



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

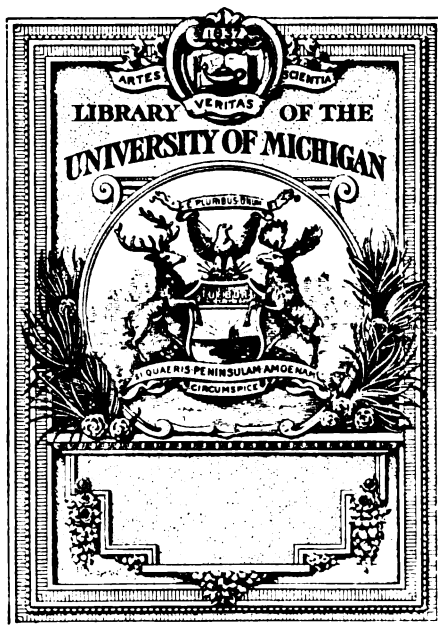
- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

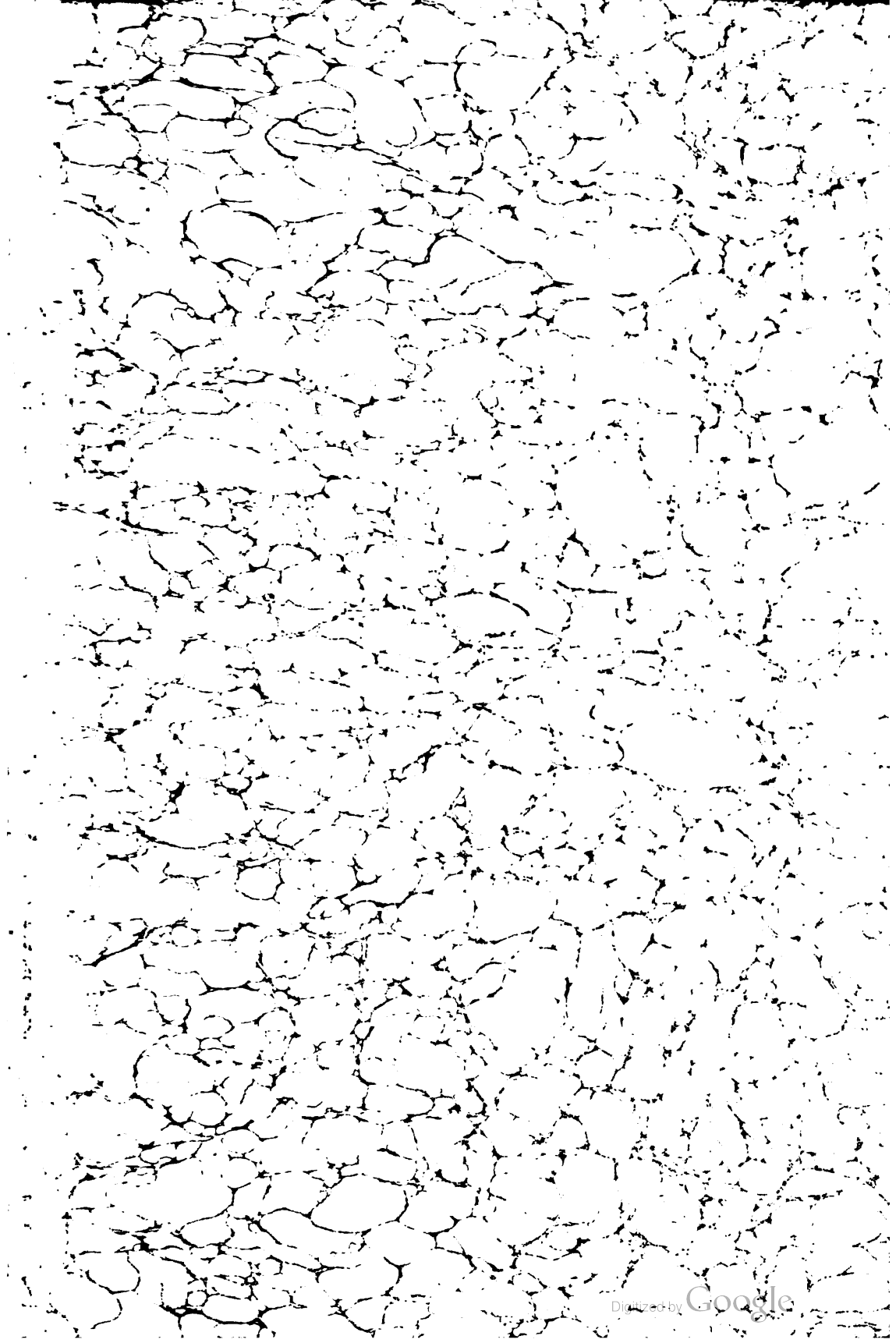
### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>









SCIENCE LIBRARY  
Q1  
351  
.M683

**MINERALOGISCHE**  
**UND**  
**PETROGRAPHISCHE**  
**MITTHEILUNGEN**

HERAUSGEGEBEN VON

**G. TSCHERMAK.**

(NEUE FOLGE.)

**SIEBENTER BAND.**

MIT 9 TAFELN, 5 HOLZSCHNITTEN UND 22 ZINKOGRAPHIEN.

---

WIEN 1886.

**ALFRED HÖLDER,**  
**K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,**  
**ROTHENTHURMSTRASSE 5.**

~~~~~  
**Alle Rechte vorbehalten.**  
~~~~~

# Inhalt.

## 1. Heft.

	Seite
I. Ueber die Eruptivgesteine im Gebiete der schlesisch-mährischen Kreideformation. Mit Berücksichtigung der ausserschlesischen Teschenitvorkommen. Von Carl E. M. Rohrbach. (Mit Tafel I in Farbendruck) . .	1
II. Ueber secundäre Glaseinschlüsse. (Zweiter Theil.) Von K. von Chrustschoff. (Mit Tafel II und III.) . . . . .	64
III. Ueber den Gabbro aus der Wildschönau in Tirol und die aus ihm hervorgehenden schiefrigen Gesteine. Von Frederick H. Hatch aus London. (Mit 4 Zinkographien.) . . . . .	75
IV. Notiz: Dr. M. Schuster: Ueber ein neues Vorkommen von krystallisiertem Fichtelit. — Literatur. . . . .	88

## 2. Heft.

V. Ueber Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole. Von Friedrich Becke. (Mit 10 Zinkographien.) . . . . .	93
VI. Untersuchung schwedischer Minerale. Von Mats Weibull . . . . .	108
VII. Ueber die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes. Von Dr. Arthur Becker . . . . .	122
VIII. Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1884. 20. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs . . . . .	146
IX. Literatur . . . . .	180

## 3. Heft.

X. Ueber einen eigenthümlichen Einschluss im Granitporphyr von Beucha. Von K. von Chrustschoff. (Mit 3 Zinkographien.) . . . . .	181
XI. Ueber Wildschönauer Gabbro. Von A. Cathrein . . . . .	189
XII. Die krystallinischen Gesteine vom Quellgebiete des Czeremosz. Von Dr. Rudolf Zuber . . . . .	195
XIII. Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe. Von Friedrich Becke. (Mit Tafel IV, V und 2 Holzschnitten.) . . . . .	200
XIV. Notizen aus dem niederösterreichischen Waldviertel. Von Friedrich Becke .	250
XV. Notiz: Arthur Wichmann: Ueber die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalks. — Literatur . . . . .	256

a \*

#### 4. Heft.

	Seite
XVI. Ueber die chemische Zusammensetzung einiger seltener Minerale aus Ungarn. Von Dr. Ludwig Sipöcz . . . . .	261
XVII. Mikropetrographische Mittheilungen. Von K. v. Chrustschoff. (Mit Taf. VI) . . . . .	295
XVIII. Ueber die Gesteine der Vulcangruppe von Arequipa. Von Frederick H. Hatch. (Mit 4 Zinkographien und Taf. VII.) . . . . .	308
XIX. Notiz: G. Tschermak: Zinnober von Nikitowka. (Mit 3 Holzschnitten.) — Literatur . . . . .	361 363

#### 5. Heft.

XX. Ueber den Albit vom Kasbék. Von Max Schuster. . . . .	373
XXI. Das Mischungsgesetz der Skapolithreihe. Von G. Tschermak. . . . .	400
XXII. Beitrag zur Kenntnis der Zirkone in Gesteinen. Von K. v. Chrustschoff. (Mit Tafel VIII.) . . . . .	423
XXIII. Ueber das Krystallsystem des Braunites von Jakobsberg. Von Max Schuster. (Mit 1 Zinkographie.) . . . . .	443
XXIV. Notizen: Dr. Heinrich Wichmann: Mineralogische Zusammensetzung eines Gletschersandes. — M. Schuster: Ueber das neue Beryllvorkommen am Ifänger. — Literatur . . . . .	452

#### 6. Heft.

XXV. Die basaltischen Laven und Tuffe der Provinz Haurân und vom Direct-Tulâl in Syrien. Von Bruno Doss. (Mit Tafel IX.) . . . . .	461
XXVI. Synthese und Zusammensetzung des Pyrrhotin. Von C. Doelter . . . . .	535
Register . . . . .	547

# I. Ueber die Eruptivgesteine im Gebiete der schlesisch-mährischen Kreideformation

mit Berücksichtigung der ausserschlesischen Teschenitvorkommen.

Von Carl E. M. Rohrbach.

(Mit Tafel I in Farbendruck.)

## Literatur.

- Fellner A.: Chemische Untersuchung der Teschenite. (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanst. 1867. pag. 337.)
- Glocker E. F.: Mineralogische und geognostische Notizen aus Mähren. (Brief an W. Haidinger.) (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. III. 1852. H. 3. pag. 130.)
- Hochstetter F. v.: Ueber Grünsteine aus der Umgegend von Teschen. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. IV. 1853. pag. 311—321.)
- Hohenegger L.: Geognostische Skizze der Nordkarpathen von Schlesien und der nächsten Angrenzungen. (Ebenda III. 1852. H. 3. pag. 135—148.)
- Die geognostischen Verhältnisse der Nordkarpathen in Schlesien und den angrenzenden Theilen von Mähren und Galizien, als Erläuterung zu der geognostischen Karte der Nordkarpathen. (Mit Karte.) (Gotha, J. Perthes, 1861.)
- An Herrn Dr. Hörnes. (Brief.) (Haidinger's Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften. VI. 1850. pag. 109—116.)
- Macpherson J.: Résumé d'une description des roches mentionnées dans la Note préliminaire sur les vallées tiphonignes etc. par M.-P. Choffat. (Bull. de la soc. géol. de France, 3<sup>e</sup> série, t. X. pag. 289—295. Séance du 3. 4. 1882.)
- Madelung A.: Die Metamorphosen von Basalt und Chrysolith von Hotzendorf in Mähren. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XIV. 1864. pag. 1—10.)
- Ueber das Alter der Teschnite. (Ebenda. XV. 1865. pag. 208—212.)
- Makowsky A.: Geologische Skizze der Beskyden. (Verh. des naturforsch. Ver. in Brünn. IV. 1865.)
- Möhl H.: Die Basalte der preussischen Oberlausitz. I. Abth. (Abhandl. d. naturf. Ges. in Görlitz. XV. 1874.)

Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1885. (Carl E. M. Rohrbach.)



- Möhl H.: Mikromineralogische Mittheilungen. II. Fortsetzung. 2. Teschenit. 3. Olivinfels von Ellgoth. (Neues Jahrb. f. Min. etc. etc. 1875. pag. 694—703.)
- Moser L. K.: Ein Beitrag zur mineralogischen Kenntniss des Teschener Kreises. (Progr. d. k. k. Staatsrealschule in Teschen 1875/76.)
- Oeynhausens (C. v.): Versuch einer geognostischen Beschreibung von Oberschlesien und den nächst angrenzenden Gegenden von Polen, Galizien und Oesterreichisch-Schlesien. (Essen 1822.)
- Pusch G.: Geognostische Beschreibung von Polen, sowie der übrigen Nordkarpathen-Länder. Nebst geognostischem Atlas. II. Theil. (Stuttgart 1836.)
- v. Rath G.: Verschiedene Reiseberichte (siehe Verh. d. naturf. Ver. d. Rheinlande etc. 1876. pag. 140 ff. — Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn. XXXVI. 1879. pag. 29 ff.)
- Rosenbusch H.: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttg. 1877. pag. 482—484, 525—530, 539.
- Sapetza J.: Geognostische und mineralogische Notizen aus der Umgebung von Neutitschein. (Abhandl. d. naturf. Ver. in Brünn. III. Bd. 1864. pag. 17 ff.)
- Tschermak G.: Ueber secundäre Mineralbildungen in dem Grünsteingebirge bei Neutitschein. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 40. IV. 1860. pag. 113—147.)
- Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte der Mandelsteine. (Ebenda 47. I. 1863. pag. 102—125.)
- Einige Pseudomorphosen. (Ebenda 47. II. 1863. pag. 453.)
- Felsarten von ungewöhnlicher Zusammensetzung aus den Umgebungen von Neutitschein (Ebenda 53. I. pag. 260—287. 1866.)
- Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. (Ebenda 56. I. pag. 261—282. 1867.)
- Die Porphyrgesteine Oesterreichs aus der mittleren geologischen Epoche. Wien 1869.
- Felsarten aus dem Kaukasus. (Tschermak, Min. Mitth. 1872. pag. 107.)
- Pseudomorphose von Friedeck. (Ebenda pag. 113.)
- Zeuschner: Ueber die Syenite und Diorite der Umgebungen von Cieszyn. (N. Jahrb. f. Min. 1834. pag. 16—25.)
- Zirkel F.: Ueber die Verbreitung mikroskopischer Nepheline. (Ebenda 1868. pag. 716.)

Anmerkung: Die in diesem Literaturverzeichnis aufgeführten Schriften werden im Folgenden nur in möglichst abgekürzter Weise citirt werden.

Vor mehr als einem halben Jahrhundert, also in einem verhältnissmässig sehr frühen Alter der petrographisch-geologischen Forschung, wurde zum ersten Male die Aufmerksamkeit der Fachleute auf die eigenthümlichen Eruptivmassen gelenkt, welche die, inzwischen als zur Kreideformation gehörig erkannten, sedimentären Gebirgsglieder des österreichischen Schlesiens an so zahlreichen Stellen durchbrechen, weithin den nördlichen Rand zwischen Karpathen

und Sudeten begleitend. Hervorragende Forscher wandten diesen Gesteinen ihr Interesse zu, doch stellten sie meist nur vereinzelte Beobachtungen an, und die vorhandenen grösseren Arbeiten, welche die petrographische Literatur über diesen Gegenstand aufzuweisen hat, stammen aus einer Zeit, in welcher die Methoden, die heute unsere Kenntnis eines Gesteines vermitteln, noch bei weitem nicht den heutigen Grad von Vollkommenheit erreicht hatten. Die erwähnten Gesteine gewannen noch um ein bedeutendes an Interesse, als man von dem auch geologisch ganz analogen Vorkommen eines Theiles derselben in weit entfernten Gebieten, im Kaukasus, in Ungarn, in Portugal, las. Doch wurden dieselben in neuerer Zeit keiner zusammenfassenden Untersuchung mehr unterworfen, und so unternahm es der Verfasser, hierzu veranlasst durch seinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. F. Zirkel in Leipzig, eingehendere Studien über die fraglichen Gesteine zu machen, deren Resultate als ein geringer Beitrag zur besseren Kenntnis derselben in der vorliegenden Arbeit niedergelegt sind.

Bevor wir jedoch zu diesen selbst übergehen, dürfte es in Ermangelung anderer zusammenfassender Darstellungen dieses Gegenstandes zweckmässig sein, eine kurze Uebersicht über die bisherige Entwicklung unserer Kenntnis auf diesem Gebiete zu geben, für welche wir wohl am zweckmässigsten die chronologische Anordnung (mit geringen Abweichungen, wo es der Gegenstand fordert) wählen.

1821 wurde Albin Heinrich<sup>1)</sup>, damals in Teschen, zuerst auf das Gestein von Boguschowitz aufmerksam und beschrieb dasselbe als Diorit, eine Bestimmung, deren Richtigkeit von Vielen damals bezweifelt wurde.

1822. v. Oeynhausen sah diese Gesteine ebenfalls kurz darauf und beschreibt sie in seinem Versuche einer geognostischen Beschreibung von Oberschlesien als Grünsteine oder Trappgesteine.

1823 besuchte Lill von Lilienbach Albin Heinrich wegen dieser Gesteine in Teschen, und auf seine Veranlassung kamen

1823 A. Boué aus Paris und Keferstein dorthin, um sich an Ort und Stelle zu überzeugen; auch sie bezeichnen die Gesteine als Diorite. Boué fordert Heinrich in einem Briefe von 18. März 1830

<sup>1)</sup> Dies sowie mehreres aus dieser ältesten Zeit nach Moser (a. a. O., pag. 16), da mir die Originalquellen nicht zu Gebote standen.

auf, Beiträge für das Journal der Geologie zu liefern, da die Teschener Diorite den Pariser Geognosten sehr interessant erscheinen.

1834 bespricht Zeuschner<sup>1)</sup> unsere Gesteine in einer besonderen Abhandlung und unterscheidet dieselben in grobkörnige lichte Syenite und feinkörnige dunkle Diorite. Er gibt eine ziemlich zu treffende Beschreibung derselben, betont ihr abweichendes Vorkommen in kleinen Stöcken und Lagern am Fusse der Hügel und ihre leichte Zersetzbarkeit. Auch die Contacterscheinungen werden ausführlich geschildert und mit denen von Canzacoli in Tirol verglichen; das feinere Korn in der Nähe der Contacte wird als Uebergang des Syenites in Diorit „durch Aufnahme von Kalkstein“ erklärt.

1836, Pusch<sup>2)</sup> weist darauf hin, dass die „Trappmassen“, obwohl geologisch zusammengehörig, petrographisch sehr mannigfaltig ausgebildet sind und gebraucht die Namen Diorit, Trapp, Syenit für die verschiedenen Vorkommnisse von: Scharditz, Butschowitz, Weisskirchen, Herlitz, Paskau, Boguschowitz, Kalembitz, Stanislowitz, Grodischitz, Lichnau, Friedland, Baschka, Schöbischowitz, Bludowitz, Tierlitzko, Mistrzowitz, Hoslach, Kotzobendz, Bazanowitz, Goleschau; alle diese Varietäten werden kurz charakterisirt. Specieller wird der Contact von Pastwisk beschrieben, ebenfalls mit Erwähnung des Monzoni.

1851. Mit der Einreihung der fraglichen Gesteine unter Diorit und Syenit konnte sich Hohenegger nicht befreunden, da jene Bezeichnungen nur für ältere Eruptivbildungen üblich seien, während er die in Rede stehenden Vorkommnisse als gleichalterig mit cretaceischen Schichten (Neocom) erkannt hatte. Daher übergab Hohenegger 1851 bei Gelegenheit der Londoner Ausstellung Proben der Gesteine von Kalembitz und Punzau an v. Bronn, auf dessen Veranlassung Blum dieselben untersuchte. Der letztere kam zu folgenden Resultaten<sup>3)</sup>:

„Das Gestein von Punzau halte ich für Hypersthenit; die langen schwarzen nadelförmigen Massen sind Hypersthen, der feldspäthige Gemengtheil wohl Labrador und in dem Gemenge fehlt der charakteristische Einschluss von ganz dünnen, langen, weissen Nadeln von Apatit nicht, doch sind sie selten. — Das Gestein von

<sup>1)</sup> Zeuschner, a. a. O.

<sup>2)</sup> Pusch, a. a. O., pag. 27—29 und pag. 691—695.

<sup>3)</sup> Hohenegger, Geognost. Verhältnisse, pag. 43.

Kalembitz dürfte wohl mit dem vorhergehenden identisch sein, obwohl es einige Abweichungen zeigt, die theils im veränderten Zustand, theils im Auftreten von Augitkryställchen liegen, der Hypersthen ist nämlich sehr stark zersetzt, aber auch die Augitkrystalle zeigen sich, namentlich auf der Oberfläche, angegriffen. Der Apatit ist in grosser Menge eingeschlossen. Man könnte die Gebirgsart porphyrtartigen Hypersthenit nennen, in welcher die porphyrtartige Structur durch die Augitkrystalle hervorgerufen wird.“

1852 veröffentlichte Hohenegger dies von Blum ihm mitgetheilte Ergebnis in seiner „geognostischen Skizze der Nord-Karpathen etc.“ und sandte gleichzeitig eine grössere Suite von Handstücken an die k. k. geol. Reichsanstalt, welche dieselbe an v. Hochstetter zur Untersuchung gab. In demselben Hefte vom Jahrbuche der k. k. Reichsanstalt mit Hohenegger's eben citirter Skizze erschien eine Notiz von Glocker<sup>1)</sup>, die auch über „augitische und amphibolische Gesteine der Gegend von Neutitschein und Freiberg“ Einiges bringt, welche nach Bunsen's Ausspruch makroskopisch grosse Aehnlichkeit mit dessen isländischen Trappgesteinen haben sollen.

1853 veröffentlichte v. Hochstetter<sup>2)</sup> die Resultate seiner inzwischen beendeten Untersuchung an den Hohenegger'schen Stufen. Es sind sechs Gesteinsvarietäten, von den Fundorten Boguschowitz, Kalembitz, Marklowitz und Kotzobendz, die als Diorit, Diabas, Apsanit und Kalkdiabas unterschieden werden. v. Hochstetter betont, dass sich in denselben (wenigstens zum Theile) Augit und Hornblende zugleich finden, ohne dass doch eine Uralitbildung vorliegt. Der Feldspath wird theils zum Anorthit (Boguschowitz), theils zum Labradorit (Kalembitz, Marklowitz, Kotzobendz) gerechnet. Als accessorische Gemengtheile werden Eisenkies, Chlorit, Glimmer und Calcit erwähnt; über den Apatit, den v. Hochstetter offenbar gesehen, aber nicht richtig erkannt hat, vergl. (pag. 28) die Besprechung dieses Mineralen.

1860 eröffnet Tschermak die lange Reihe seiner wichtigen Untersuchungen über unser Gebiet, indem er die ersten Ergebnisse seiner Beschäftigung mit den Neutitscheiner Gesteinen mittheilt.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Glocker, a. a. O., pag. 130.

<sup>2)</sup> v. Hochstetter, a. a. O.

<sup>3)</sup> Tschermak, Secundäre Mineralbildungen etc.

Allerdings mit hauptsächlichlicher Berücksichtigung der secundären Mineralbildungen, aber nicht ohne auch über die gesammte Beschaffenheit und das Auftreten der Gesteine, die er im Anschluss an v. Hochstetter als Diorit, Diabas und Kalkdiabas unterscheidet, manche neue Beobachtung einzuflechten.

1861 folgte dann Hohenegger's <sup>1)</sup> geologische Karte mit ausführlichem Text („Geognostische Verhältnisse der Nord-Karpathen“). In der letzteren Schrift gebraucht Hohenegger zuerst den Gesamtnamen Teschenit, oder wie er schreibt, Teschinit für die Gesamtheit der in Rede stehenden Gesteine, von welchen er nur zwei Vorkommnisse (Freiberg und Gumbelberg bei Neutitschein) als Basalte abtrennt. Noch mehr als früher legt er auf den Gegensatz unserer Gesteine zu den älteren Eruptivgesteinen Gewicht. Dadurch wohl mit angeregt, publicirt

1863 und 1864. J. Sapetza <sup>2)</sup> theilt eine Reihe von Beobachtungen besonders aus der Gegend von Neutitschein mit, die sich vornehmlich auf die Lagerungsverhältnisse der fraglichen Gesteine beziehen.

1866 Tschermak <sup>3)</sup> seine Arbeit: „Ueber Felsarten von ungewöhnlicher Zusammensetzung aus der Umgebung von Teschen und Neutitschein.“ Hatte Hohenegger den Namen „Teschenit“ mehr als einen provisorischen eingeführt, so acceptirte Tschermak nun denselben, suchte die dahin gehörigen Gesteine petrographisch genauer zu charakterisiren, beschränkte den Namen jedoch auf die „heller gefärbten Varietäten“ (eine Bezeichnung, die, wie Möhl richtig bemerkt, nicht ganz zutrifft), indem er die dunkleren, mehr basaltähnlichen, ihres ungewöhnlich hohen Magnesiagehaltes wegen von ihm als Pikrite bezeichneten, von ersteren abtrennte. Dieser hohe Magnesiagehalt wird in den letzterwähnten Gesteinen bedingt durch die grosse Menge des Olivin, dessen Pseudomorphosen (von Hotzendorf) schon 1863 durch Carius, 1864 durch Madelung untersucht worden waren. Im eigentlichen Teschenit erkannte Tschermak als einen sonst noch wenig beobachteten Gemengtheil den Analcim <sup>4)</sup>, der in engster Verbindung mit dem Feldspath

<sup>1)</sup> Hohenegger, a. a. O.

<sup>2)</sup> Sapetza, a. a. O. und in der Neutitscheiner „Biene“ vom 1. Aug. 1863.

<sup>3)</sup> Tschermak, „Felsarten etc. etc.“

<sup>4)</sup> Ein Vorkommen, das später oft in allzu hohem Masse als charakteristisch für den Teschenit betrachtet wurde.

auftritt und bis 27% des Gesteines ausmachen soll. Der Feldspath wird als Anorthit bezeichnet, doch daneben das Vorhandensein von Sanidin angenommen; die Apatitnadeln machen bis 3% des Gesteines aus. Es werden „hornblendeführende“ und „augitführende“ Teschenite unterschieden. Ganz besondere Aufmerksamkeit aber widmet Tschermak den Zersetzungserscheinungen und betrachtet die an vielen Stellen beobachteten Veränderungen des Nebengesteines am Contact als einzig und allein durch diese bedingt.

1867 veröffentlicht Fellner<sup>1)</sup> einige Controlanalysen derselben (?) Gesteine, die Tschermak beschrieben hatte, doch erscheinen diese minder sorgsam ausgeführt als die von Tschermak publicirten. Auch die Arbeit „über die Verbreitung des Olivin“ von Tschermak<sup>2)</sup> enthält einige Beobachtungen über den Pikrit.

1868 erwähnt F. Zirkel in seiner Arbeit über den Nephelin<sup>3)</sup> auch den Teschenit als nephelinführendes Gestein, auf Grund einer damals ja leicht möglichen Verwechslung dieses Mineralen mit Apatit.

1869 veröffentlichte Tschermak in der Preisschrift „über die Porphyrgesteine der österr.-ungar. Monarchie“ seine hierhergehörigen, inzwischen etwas erweiterten Untersuchungen nochmals; er bleibt zwar bei seiner Bestimmung des hexagonalen Gemengtheils als Apatit<sup>4)</sup>, bezeichnet aber hernach<sup>5)</sup> den Analcimdolerit der Cyclopininseln als mit dem Teschenit mineralogisch gleich zusammengesetzt, nachdem er unter den Gemengtheilen des ersteren ausdrücklich den Nephelin mit aufgezählt hat.

1872. Auch in Tschermak's Beschreibung der „Teschenite“ von Kutais und Kursowi<sup>6)</sup> im Kaukasus wird Nephelin als Gemengtheil aufgeführt, ja sogar die Ansicht ausgesprochen, dass alle Teschenite umgewandelte Nephelinite seien. Auch die kaukasischen Gesteine sollen postjurassischen Alters sein. — Es war dies das erste Vorkommen des Teschenites über die enge Grenze seiner schlesischen Heimat hinaus, ein Vorkommen, das gewiss mit dazu

<sup>1)</sup> Fellner, a. a. O. pag. 337.

<sup>2)</sup> Tschermak, Olivin a. a. O., pag. 274.

<sup>3)</sup> Zirkel, a. a. O., pag. 716.

<sup>4)</sup> Tschermak, a. a. O., pag. 259.

<sup>5)</sup> a. a. O., pag. 280.

<sup>6)</sup> T. M. M. 1872, pag. 107.

beitragen musste, die Selbstständigkeit und Berechtigung dieses Gesteinstypus im günstigsten Lichte zu zeigen. Es sind nun weiter zunächst zwei Arbeiten von H. Möhl zu erwähnen:

1874 vergleicht derselbe <sup>1)</sup> ein Basaltvorkommen des pomologischen Gartens bei Görlitz mit Tschermak's Pikrit und widmet hierbei dem letzteren eine ausführlichere Besprechung; dieselbe führt ihn zu dem Resultat, dass „Pikrit olivinreicher Basalt ist“, da sich in demselben, im Gegensatz zu den Gümbel'schen Paläopikriten, stets eine feinkörnige basaltische Grundmasse findet und (bei Görlitz) Uebergänge ihn mit normalem Basalt verbinden.

1875 wendet sich dann Möhl auch den eigentlichen Tescheniten <sup>2)</sup> zu, für deren Untersuchung ihm ein recht reichhaltiges Material zu Gebote stand. Es sind zwei Vorkommnisse von Söhle und von Boguschowitz, welche als die beiden Extreme der Ausbildung beschrieben werden. Als Gemengtheile des ersteren, feinkörnigen, werden „der relativen Menge nach in abnehmender Reihe“ aufgezählt: Verändertes Glasresiduum, Augit, Hornblende, Feldspath, Glimmer, Magnetit, Apatit. Von den Feldspathen wird die kleinere Hälfte, welche undeutliche Streifung zeigt, zum Andesin, die grössere, nur einfache Zwillinge bildende, zum Sanidin gerechnet; als Umwandlungsproduct des Augites resultirt isotroper „Chloropit“. Das Glasresiduum geht theils in Analcim, theils in Natrolith über, es ist sehr basisch und kalkreich und gelatinirt mit Säuren: es soll  $\frac{1}{4}$  der Schliffebene ausmachen. In dem Gestein von Boguschowitz wird der Analcim als gemeinsames Umwandlungsproduct der Feldspathe, von denen nur noch sehr geringe Reste erhalten sind, und des Glasresiduums betrachtet. Auch in Gesteinen von Mosty und Bystritz beobachtete Möhl das Residuum; in dem ersteren erschien u. A. Stilbit als Zersetzungsproduct. Die Betrachtung schliesst mit der Ueberweisung der Teschenite in die Gruppe der Hornblendeandesite. In einem besonderen Capitel beschreibt Möhl dann ein dunkelgrünes Gestein von Allodial-Ellgoth, angeblich dasselbe, welches Tschermak als zersetzten Teschenit aufgeführt hatte, als Olivinfels und vergleicht es ganz richtig mit den Paläopikriten des Fichtelgebirges.

1876 besuchte G. vom Rath auf der Durchreise einige Teschenitvorkommnisse in der Nähe Teschens, ohne wesentlich Neues zu finden.

<sup>1)</sup> Möhl, Basalte d. Oberlausitz, pag. 61 ff.

<sup>2)</sup> Möhl, Mikromin. Mitth., pag. 694 ff.

In demselben Jahre erschien eine Zusammenstellung der in der Gegend von Teschen vorkommenden Mineralien von Dr. Moser (damals in Teschen, jetzt in Triest) als Programmabhandlung der dortigen Realschule; dieselbe enthält auch über unsere Gesteine manches Interessante, namentlich in Betreff des Analcim.

1877 bringt der II. Band von Rosenbusch's Mikroskopischen Physiographie der Mineralien und Gesteine eine neue Untersuchung unserer Gesteine durch diesen hochverdienten Gelehrten, auf Grund deren der Teschenit von ihm als der einzige Repräsentant der Plagioklas-Nephelingesteine vortertiären Alters aufgeführt wird.

Das Material, das Rosenbusch zur Verfügung stand, stammte von den Fundorten Söhla, Marklowitz und Boguschowitz und auf Grund von Möhl's (allerdings irriger) Behauptung, dass alle übrigen Vorkommnisse nur Zwischenglieder zwischen denen von Boguschowitz und Söhla seien, glaubte Rosenbusch, auf diese beiden eine allgemeine Charakteristik des Teschenites stützen zu können. Er gibt als Gemengtheile an: Plagioklas mit grosser Auslöschungsschiefe, Nephelin, Augit, Hornblende, Titaneisen und Apatit, sowie accessorischen Orthoklas, Biotit, Olivin, Titanit, Magnetit und secundären Analcim, Natrolith und Calcit. Der Nephelin soll am frischesten in dem Gestein von Söhla vorkommen und zwar ziemlich reichlich, auch in vollkommenen Krystallen, am seltensten soll er in dem von Marklowitz zu beobachten sein, da er hier bereits zeolithisirt sei. Da besonders der Analcim überall da häufiger wird, wo Nephelin fehlt, so scheint er überhaupt aus letzterem hervorgegangen zu sein. Hornblendezwillinge nach  $\infty P2$  wurden von Rosenbusch beobachtet, ohne dass indessen das (erst später von Klein berechnete) Gesetz angegeben würde. Ausser Krystallen von Augit finden sich auch zwischen die Feldspathe eingeklemmte Massen desselben und von letzteren, nicht von einer amorphen Basis sollen die chloritischen Partien herrühren, welche sich in gleicher Weise eingeklemmt finden. Von der nach Möhl reichlich vorhanden gewesenen Basis konnte Rosenbusch nichts sehen, doch beobachtete er in dem Augit des Gesteines von Söhla Glaseinschlüsse.

Weiterhin werden dann die Pikrite Tschermak's mit den Gümbel'schen Paläopikriten zusammengefasst und dabei als Beispiel das Gestein von Allodial-Ellgoth angeführt, dessen Uebereinstimmung mit den Fichtelgebirgischen Gesteinen schon Möhl erkannt hatte, der



es als Olivinfels bezeichnete. Als Pikritporphyr wird dann noch ein Gestein vom Gumbelberg bei Neutitschein beschrieben, das eine sehr lichte, theilweise entglaste Basis besitzt.

1879 identificirt G. v. Rath<sup>1)</sup> das Gestein des Nagy-Köves bei Vasas im Fünfkirchner Kohlengebiet, das in früherer Zeit bald als Phonolith, bald als „Trachytdolerit“ bezeichnet worden war, mit dem schlesischen Teschenit, wie er angibt auf Grund einer Vergleichung mit Handstücken von Boguschowitz.

Das Jahr 1882 schliesslich bringt uns durch Macpherson<sup>2)</sup> die Kunde, dass auch in Portugal sich diese eigenthümlichen Gesteine finden, und zwar hier gleichfalls an die cretaceische Formation gebunden. Da die Beschreibung derselben fast nichts von dem vorigen Abweichendes bringt, ausgenommen einige Punkte, auf die wir weiter unten noch ausführlich zurückkommen werden, so kann an dieser Stelle von einem vollständigen Excerpte dieser Arbeit abgesehen werden. Die Orte, an denen Macpherson den Teschenit auffand, sind Cezimbra und das Fort Alqueida.

Schon diese kurze Uebersicht zeigt, wie wenig verhältnissmässig noch bis jetzt über diese interessanten Vorkommnisse mit Bestimmtheit festgestellt ist, wie ausserordentlich viel Beobachtungen noch zu sammeln sind, bis wir zu einer nur einigermaßen vollständigen Kenntnis derselben gelangen und ihre petrographische und geologische Stellung mit einiger Sicherheit beurtheilen können. Einen, wenn auch nur geringen Beitrag zur Erreichung dieses Zieles möchte Verfasser in der vorliegenden Arbeit geben.

Die erste Aufgabe war die Beschaffung eines brauchbaren, möglichst vollständigen oder wenigstens reichhaltigen Materiales. Durch gütige Vermittlung der Herren Prof. Eilh. Wiedemann in Leipzig und Prof. W. Pscheidl, damals in Teschen, erhielt ich von dort 20 meist brauchbare Handstücke aus fünf Gemeinden, und da diese bereits grosse Verschiedenheiten aufwiesen und interessante Resultate versprachen, entschloss ich mich, selbst an Ort und Stelle die Vorkommnisse zu studiren und das nöthige Material zu sammeln und unternahm zu diesem Zwecke eine dreiwöchentliche Reise durch die betreffenden Theile Schlesiens und Mährens. In Teschen fand ich leider die von mehreren Autoren erwähnten reichhaltigen Teschenit-

<sup>1)</sup> v. Rath, Niederrhein. Ges. 1879, pag. 29.

<sup>2)</sup> Macpherson, a. a. O., pag. 292 ff. — N. J. 1884, I, pag. 61.

sammlungen des Scherschnick'schen Museums (angelegt von Albin Heinrich) und des erzherzogl. Schichtamtes (angelegt von Hohenegger), von denen ich mir eine reiche Belehrung versprochen hatte, theils gar nicht mehr vorhanden, theils verstaubt und in Unordnung; der Verlust dieses Materiales ist um so mehr zu beklagen, als viele der damals zugänglichen Aufschlüsse inzwischen wieder verschüttet oder der Verwitterung zum Opfer gefallen sind.

Obwohl der anhaltende Regen des Herbstes 1883 für geologische Excursionen nicht gerade günstig war und manche Punkte unzugänglich machte, gelang es doch durch die liebenswürdige Unterstützung des Schichtamtes unter der Führung des Herrn Steiger Gaidzitza eine ziemliche Anzahl von Aufschlüssen um Teschen zu besuchen. Weitere Ausflüge, theils mit, theils ohne Erfolg wurden dann von Friedeck, Braunsberg, Freiberg und Neutitschein aus unternommen, so dass im Ganzen über 50 Aufschlüsse besucht wurden, von denen ich eine recht reichhaltige Ausbeute zusammenbrachte. Ausserdem verdanke ich noch manches Werthvolle der Güte der Herrn Gaidzitza und Wistrzens, sowie besonders des Herrn Prof. Hirth in Neutitschein. Ein recht interessantes Vorkommen von Söhlä erhielt ich noch durch die freundliche Gefälligkeit des Herrn Prof. Fischer in Freiburg i. B. aus der dortigen Universitäts-sammlung.

Noch in letzter Stunde übersandte mir Herr Prof. A. Stelzner mit dankenswerther Freundlichkeit 15 schöne Handstücke aus der Freiburger Sammlung nebst seinen zugehörigen Präparaten, welche im Wesentlichen die bereits gefundenen Resultate bestätigten.

Dass ich schliesslich die Untersuchung auch auf die in der Literatur angegebenen ausserschlesischen Vorkommnisse ausdehnen konnte, verdanke ich für die kaukasischen Gesteine der Liebenswürdigkeit der Herren Geh. Staatsrath Abich in Wien, Erneste Favre in Genf und G. Radde in Tiflis, für die ungarischen des Herrn Generaldirector Maass in Fünfkirchen, für die portugiesischen des Herrn Prof. J. Macpherson in Madrid. Ich ergreife gern diese Gelegenheit, allen den genannten Herren auch an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank auszusprechen.

Um mich im weiteren Verlaufe der Abhandlung abgekürzter Bezeichnungen bedienen zu können, gebe ich hier zunächst eine Aufzählung der wichtigeren behandelten Vorkommnisse.

**Allodial-Ellgoth A, B, C:** Drei Aufschlüsse, von Westen nach Osten aufeinanderfolgend, die beiden letzten zeigen den Contact des Teschenit mit den Schiefern des Neocom, insbesondere der durch einen Bahneinschnitt gebildete Aufschluss C, der noch 1882 als Steinbruch benützt wurde.

**Mosty bei Teschen:** Ein Stück (Nr. 726) der Freiburger Sammlung, ohne nähere Angabe.

**Marklowitz A:** Mehrere grosse Steinbrüche im Teschenit, von Nord nach Süd einander folgend, die obere Grenze des T. stellenweise gut zugänglich, die Brüche sind in starkem Betrieb.

— **B:** Ein erst 1884 aufgeschlossener Punkt westlich von dem vorigen, hart an der Strasse Teschen-Freistadt.

**Kalembitz:** Grosse Eruptivmasse, im Hangenden in Contact mit Kalkstein; früher wurde wohl auch hier ein grosser Steinbruch betrieben.

**Boguschowitz A:** Kleiner Steinbruch in sehr zersetztem Teschenit.

— **B:** Von mir nicht besuchter Aufschluss nordwestlich vom vorigen.

**Punzau A:** Mehrere Aufschlüsse (als Sandgruben benützt) nördlich des Punzawka-Baches, in ganz zersetztem Gestein.

— **B:** Teschenit anstehend im Grunde eines kleinen Wasserlaufes, wenig östlich vom vorigen.

**Dzingelau A:** Alter, zum Theil mit Wasser gefüllter Steinbruch, auf der Höhe gegenüber der Schäferei.

— **B:** Lesesteine aus der Nähe.

**Kotzobendz A:** Mehrere Eruptivpartien, durch den Bach, dessen Schlucht vom Schlosse nach Norden führt, angeschnitten.

— **B:** Kleiner Aufschluss weiter nördlich in den Feldern.

— **C:** Grosser Steinbruch östlich vom Schlosse oberhalb des Kotzobendz-Baches (vgl. S. 106 f.).

**Mistrzowitz:** Stücke Nr. 520 und 534 der Freiburger Sammlung.

**Brusowitz:** Zahlreichere grössere Lesestücke an der Strasse, zum Theil wohl beim Bau derselben mitbenützt.

**Nieder-Schöbischowitz A, B:** Zwei benachbarte Brüche (A südlich) an der Strasse neben dem Bruzowka-Bach, in A das Hangende, in B das Liegende des Eruptivgesteines aufgeschlossen.

**Bludowitz:** In der Umgebung dieses Ortes werden sehr frische Teschenitvarietäten zur Chausséebeschotterung verwendet; leider gelang es nicht, die Herkunft derselben zu ermitteln.

**Zermanitz:** Das unter dieser Bezeichnung zu besprechende Gestein steht in einem Feldwege rechts der Strasse Bludowitz-Domaslowitz an.

**Paskau, resp. Vinohrad:** Die hierher gehörigen Aufschlüsse befinden sich an der Eisenbahn Friedland-Ostrau im Süden der Haltestelle Paskau, zum Theil unter dem Hügel Vinohrad (Bahnwärterhaus Nr. 10). Es werden die hier in grosser Menge gebrochenen, sehr festen Teschenite zu Uferschutzbauten an der Ostrawitz verwendet.

**Sabinec:** Von diesem Hügel südlich von Braunsberg stammen einige Lesestücke, Aufschlüsse von Eruptivgesteinen finden sich hier selbst in der tief eingerissenen Schlucht nicht.

**Weinhübel:** Auf diesem Hügel nächst Freiberg befindet sich ein auflässiger Steinbruch in dunkelschwarzgrünem, sehr zähem Gestein.

**Teufelsgrund:** In diesem Thale bei Neutitschein finden sich nur lose Blöcke, keine anstehenden Massen von Teschenit; nur am Ausgang des Grundes bei der

Teufelsmühle ist ein kleiner Steinbruch in einer etwas abweichend beschaffenen Teschenitmasse.

**Söhl:** An den Gehängen des Titschthales finden sich sehr zahlreiche kleinere Durchbrüche, die nur zum Theil auf der geologischen Karte der Reichsanstalt sich verzeichnet finden. Obwohl es mir Mangel an Zeit unmöglich machte, alle Aufschlüsse zu besuchen, erhielt ich doch eine ziemliche Anzahl recht verschiedener Varietäten. Beachtenswerth erscheinen:

**Söhl A und B:** Zwei kleine, nicht mehr in Betrieb stehende Steinbrüche an der Dorfstrasse.

**Söhl  $F_1$  und  $F_2$ :** Zwei Vorkommnisse aus der Universitäts-Sammlung zu Freiburg i. Br., die ich an Ort und Stelle nicht selbst gefunden hatte;  $F_1$  ist identisch mit Nr. 1299 der Freiburger Sammlung.

**Sulkowsky-Mühle:** Steinbruch unmittelbar bei der Brücke über den von Libotin kommenden Forellenbach, welcher hier in den Titschbach einmündet.

**Söhl K:** Eine ziemlich mächtige Eruptivpartie, welche dicht bei der Kirche den Bach durchsetzt und in dessen jetzt fast ganz trockenem Bett eine mehrere Meter hohe Stufe bildet. Sehr ähnlich diesem ist das mit dem Fundort Söhl bezeichnete Handstück Nr. 717 der Freiburger Sammlung.

Söhl a  $S_1$  und  $S_2$ : Gesteine, welche, in der Nähe gebrochen, in Söhl zur Strassenbeschotterung dienen.

Hotzendorf A: Ausser Betrieb stehender Steinbruch am Waldesrande, der Fundort der bekannten Olivinpseudomorphosen, die sich hier aus dem zersetzten Gestein herauslesen lassen.

—  $B_1$  und  $B_2$ : Zwei Eruptivmassen, welche nördlich von A den Bach durchqueren, durch diesen selbst aufgeschlossen;  $B_2$  ist nördlich von  $B_1$ .

Aus dem Gebiete der Teschenite in Portugal standen mir nur Vorkommnisse von Cezimbra zur Verfügung. über deren Fundpunkt und deren geologisches Auftreten man die Originalabhandlung oder das sehr ausführliche Excerpt im Neuen Jahrbuch <sup>1)</sup> vergleichen wolle.

Da die Gesteine aus dem Kaukasus und aus Ungarn doch erst im Anhang ihre Besprechung finden werden, wird auch über ihre Fundorte erst dort das Nöthige gesagt werden.

### A. Teschenite (nach Tschermak).

Zur Vermeidung umständlicher Wiederholungen dürfte es zweckmässig erscheinen, bevor wir auf die einzelnen Gesteinstypen näher eingehen, die Beschaffenheit derjenigen Mineralien, welche an deren Zusammensetzung theilnehmen, zum Gegenstande einer etwas ausführlicheren Besprechung zu machen. Es kommen hier folgende Mineralien in Betracht:

a) primäre Gemengtheile: Plagioklas, Augit, Hornblende, Biotit, Olivin, Apatit, Titaneisen, Magnetit, Orthoklas (?), Titanit;

b) secundäre Gemengtheile: Analcim, Natrolith, Apophyllit und sonstige Zeolithe, Calcit und Aragonit, Biotit, Leukoxen, Chloritische und serpentinarartige Substanzen, Epidot (?), Pyrit, Plagioklas (? secundär).

Der Einfachheit halber werden wir das secundäre Vorkommen derjenigen Mineralien, welche sich in beiden Gruppen finden, wie Biotit und Titanit, gleich mit dem primären zusammen behandeln.

Die wichtige Frage nach der Existenz des Nephelin im Teschenit wird am passendsten bei der Beschreibung des Apatit zur Sprache kommen.

<sup>1)</sup> 1884, I, pag. 61.

### Plagioklas.

Derselbe kommt in recht verschiedener Ausbildung und sehr wechselndem Erhaltungszustande vor. In zahlreichen Gesteinsvarietäten ist er bei passender Beleuchtung schon mit unbewaffnetem Auge sicher zu erkennen; seine glasglänzenden Spaltflächen mit deutlich sichtbarer Zwillingsstreifung verrathen uns z. B. seine Anwesenheit in den Gesteinen von Kalembitz, Boguschowitz *B*, Kotzobendz *C*. Söhla *B* und *F* und vielen anderen. Seine Erhaltung ist aber, wie die Betrachtung des Dünnschliffes lehrt, auch da, wo er völlig frischglänzend erscheint, oft eine recht schlechte; durchwachsen mit trüben, schuppigen Substanzen, mit Chlorit, Analcim etc. in gröberen und feineren Schnüren und Adern, würde er mit Hilfe allein des Mikroskopes oft nur schwer zu erkennen sein.

Gerade in unseren Gesteinen scheint eine neuerdings mehrfach beobachtete Ausbildungsweise der Plagioklase nicht eben selten zu sein, die zuweilen sehr deutlich, meist aber nur bei sorgfältiger Prüfung wahrnehmbar ist; ich meine den zonalen Aufbau derselben aus Schichten von ganz verschiedenem Mischungsverhältnis der Albit- und Anorthit-Substanz im Sinne der Tschermak'schen Theorie, wie der für die verschiedenen Zonen verschiedene Werth der Auslöschungsschiefe zu beweisen scheint, und wie es die Bořický'schen Kieselfluss-säure-Reaktionen, soweit dieselben angewendet wurden, bestätigen.

Derartige Umwachsungen von kalkreichen Plagioklasen durch kalkärmere hat zuerst Törnebohm<sup>1)</sup> auf chemischem Wege durch Aetzung der Schliffe mit Salzsäure in Hyperiten und Gabbrodioriten constatirt; dieselbe Erscheinung wurde dann durch Höpfner<sup>2)</sup> optisch in Gesteinen des Monte Tajumbina in den Anden nachgewiesen.

Auch in unseren Vorkommnissen, ebenso wie in den von Höpfner beschriebenen, besitzt der Kern die grösste Auslöschungsschiefe, bis zu Werthen, welche (auf Schnitten mit gleicher Schiefe der Auslöschung zu beiden Seiten der Zwillingsnähte) nahezu denen des reinen Anorthit entsprechen, der Rand dagegen eine sehr geringe, zuweilen schon entgegengesetzte, wie sie etwa dem Oligoklas zukommen würde. Die Zonen verschiedenen optischen Verhaltens

<sup>1)</sup> Törnebohm, Om Sveriges viktigare diabas och gabbro arter (Kongl. Sver. Vet. Handl. Bd. 14, Nr. 13, pag. 36 u. 50 und N. Jahrb. 1877, pag. 392.)

<sup>2)</sup> Höpfner, N. Jahrb. 1881, II, pag. 160.

erscheinen bald scharf gegen einander abgegrenzt, bald gehen sie unmerklich in einander über, so dass beim Drehen des Präparates zwischen gekreuzten Nicols ein dunkles Rechteck sich je nach der Drehungsrichtung bald erweitert, bald zusammenzieht; auch findet mitunter in demselben Individuum hier eine allmälige, dort eine sprungweise Aenderung der Auslöschungsschiefe statt. Charakteristisch finden sich diese Erscheinungen besonders in den Varietäten von Kalembitz, Boguschowitz *B* und Vinohrad, doch konnten sie, wenngleich minder deutlich, auch an zahlreichen anderen Vorkommnissen beobachtet werden.

Mit Rücksicht auf diesen zonalen Aufbau erschien eine chemische Untersuchung des Plagioklases in toto ohne Werth, da eben verschiedene Mischungsstufen mit einander innigst vereinigt vorkommen. Der Versuch, einzelne Plagioklasarten, wenn wir diesen Ausdruck gebrauchen dürfen, mit Hilfe der Thoulet'schen Flüssigkeit zu isoliren und getrennt zu analysiren, hatte ein negatives Resultat, da die eisenfreien Gemengtheile unserer Gesteine vom Anorthit bis zu den Zeolithen mit Bezug auf das specifische Gewicht eine fast continuirliche Reihe bilden, und diejenigen, welche in frischem Zustande ein höheres specifisches Gewicht haben würden, dasselbe bei beginnender Zersetzung vermindern, so dass sie bei der Trennung zusammen mit den frischen Partikeln des zunächst leichteren Gemengtheiles erhalten werden.

Das optische Verhalten im Allgemeinen weist auf ein Ueberwiegen kalkreicher Plagioklase, wenigstens in einem Theile der Gesteine, hin (v. Hochstetter bezeichnet den Feldspath der Gesteine von Kotzobendz, Marklowitz und Kalembitz als Labradorit, den von Boguschowitz als Anorthit).<sup>1)</sup>

Was die Zersetzung der Feldspathe betrifft, so sind als Producte derselben ausser kaolinartigen körnigen und schuppigen Massen Analcim, Chlorit, auch Natrolith und als letztes der Calcit zu nennen. Dieselben werden weiter unten ausführlich besprochen werden.

Wie es auch Weber<sup>2)</sup> in einem Schwarzwälder Gneiss beobachtete, ist allerdings oft der Kern der Plagioklase, soweit dieselben zonale Structur zeigen, der Umwandlung am ersten verfallen.

<sup>1)</sup> v. Hochstetter, a. a. O., pag. 311 ff.

<sup>2)</sup> Weber, Studien über Schwarzwälder Gneisse. Diese Mitth. VI, 1884, pag. 11.

zuweilen aber merkwürdig frisch, als sei er eben durch seine Lage geschützt worden. Fast überall ist die äussere Randpartie durch beginnende Zersetzung feinkörnig und faserig geworden und deutlich bräunlich gefärbt, und gewiss lässt uns das allgemein verbreitete Auftreten des Analcimes mit Recht annehmen, dass hier auch natronreichere Glieder der Plagioklasreihe einer Zersetzung, stellenweise vielleicht in erster Linie, unterlagen.

Bemerkenswerth scheint noch das in den Gesteinen von Kalembitz, Boguschowitz *B* und Ellgoth *B* nicht eben seltene Auftreten von anscheinend secundärem Plagioklas, welcher bald den primären in unregelmässig lappig begrenzten Partien von übereinstimmender krystallographischer Orientirung umsäumt, bald selbstständige kleine Individuen in der chloritischen Masse dieser Gesteine bildet, welche durch ihre tadellose Frische leicht von den übrigen Feldspathen unterschieden werden; ihre Auslöschungsschiefe besitzt meist nur geringe Werthe; deutliche Streifung ist bei ihnen selten und meist nur in einzelnen Theilen eines Schnittes zu beobachten.<sup>1)</sup>

Das Verhalten des Feldspathes gegenüber den anderen Gemengtheilen ist ein doppeltes: in der einen Gruppe unserer Felsarten bildete er sich offenbar erst nach der Festwerdung von Augit und Hornblende, ohne eigene Krystallgestalt diese mannigfach umschliessend und sich an ihnen abformend, in der anderen Gruppe dagegen ist er es, der als einer der zuerst aus dem Magma ausgeschiedenen Gemengtheile die Gestaltung des Augites in erster Linie bedingte. Nirgend wurde in einem und demselben Gesteinskörper ein Uebergang von der einen zur anderen Structur bemerkt.

Dieser Unterschied ist natürlich massgebend dafür, ob der Feldspath Einschlüsse anderer Mineralien führt oder nicht; Magnetit und Apatit finden sich überall in demselben, die Bisilicate nur in den ersterwähnten Gesteinen. Einschlüsse eines bräunlichen Glases sind spärlich vorhanden und nur da nachweisbar, wo der Feldspath relativ frisch erscheint (z. B. Kotzobendz *C*).

### Augit.

Die Formentwicklung des frischen Augites ist ebenfalls der Hauptsache nach eine doppelte, einerseits findet er sich in wohl

<sup>1)</sup> Secundären Oligoklas beobachtete auch Törnebohm im Hyperit (a. d. a. O., pag. 39 und pag. 385).



ausgebildeten Krystallen von den verschiedensten Dimensionen, andererseits in unregelmässig gestalteten Partien zwischen die leistenförmigen Individuen des Plagioklas eingeklemmt; da wir auf diesen Unterschied noch öfter zurückkommen werden, wollen wir in Ermangelung anderer passender Namen die erste dieser Ausbildungsweisen im Folgenden als „automorph“, die andere als „xenomorph“ bezeichnen. Gegenstand unserer Betrachtung ist nun zunächst

#### A) automorpher Augit.

In erster Linie gehören hierher die schön contourirten Augite, welche sich in den grobkörnigen Gesteinen von Marklowitz A, Bludowitz, Teufelsgrund etc. etc. so zahlreich finden. Sie erscheinen meist als kurzsäulenförmige Repräsentanten der Combination ( $\infty P \infty . \infty P \infty . \infty P . P \infty . P$ ), die sich ziemlich leicht aus dem Gestein herauslösen, besonders wenn sie, in Folge beginnender Zersetzung, schon mit einer feinen Schicht tombakbraunen Glimmers überzogen sind. Was ihr optisches Verhalten anlangt, so fällt es zunächst auf, dass bei Weitem die meisten Längsschnitte derselben die an die Form eines Briefcouverts erinnernde Theilung in vier Felder zeigen, wie sie zuerst für die mikroskopischen Augite des Limburgites von Palma durch van Werweke<sup>1)</sup>, später auch für das Gestein von Pouzac durch V. Goldschmidt<sup>2)</sup>, für die Rhönbasalte durch Petzold<sup>3)</sup>, für Diabase durch C. A. Müller<sup>4)</sup> nachgewiesen wurde, wie sie sich ferner im Nephelinit des Löbauer Berges und manchen anderen Gesteinen findet, wohl nirgend aber so allgemein und zugleich so deutlich wie in den Tescheniten. Es sei daher gestattet, einen Augenblick bei dieser Erscheinung zu verweilen. Wo sie ganz normal zur Ausbildung gekommen, erscheint im polarisirten, oft auch schon im gewöhnlichen Lichte der Längsschnitt des Augites durch zwei nahezu gerade Linien, welche die Punkte verbinden, wo im

<sup>1)</sup> Neues Jahrb. f. Min. 1879, pag. 481—489.

<sup>2)</sup> V. Goldschmidt, Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen. Neues Jahrb. f. Min. I. Beilage-Band 1881, pag. 219.

<sup>3)</sup> K. Petzold, Petrographische Studien an Basaltgesteinen der Rhön. Halle a. S. 1883.

<sup>4)</sup> C. A. Müller, Die Diabase aus d. Liegenden d. Ostthüringer Unterdevons. Gera 1884, pag. 22.

Schnitte selbst die terminalen Flächen mit denen der Prismenzone zusammentreffen, in vier Felder getheilt, von welchen die beiden spitzeren in helleren Farbentönen erscheinen, im Gegensatz zu den beiden dunkler gefärbten stumpferen, welche ihre Basis in der Prismenzone haben und meist im Innern des Krystalls auf eine grössere oder geringere Erstreckung zusammenhängen. Während nun in der Mitte die verschiedenen Felder ausserordentlich scharf gegeneinander begrenzt erscheinen und auch eine recht verschiedene optische Orientirung besitzen, indem die Auslöschungsschiefen derselben um  $6-8^\circ$ , ja bis zu  $15^\circ$  differiren (so dass die Gegensätze zwischen gekreuzten Nicols am deutlichsten werden), nimmt die ganze Erscheinung nach aussen fast überall rasch an Deutlichkeit ab und die gesammte Randpartie zeigt die dunkleren Farben und löscht einheitlich aus (Taf. I, Fig. 5). Im Querschnitt bemerkt man oft ein heller gefärbtes Gebiet im Innern des Krystalles, doch ist hier die hellere Färbung überhaupt, sowie die im ganzen Schnitte herrschende diagonale Auslöschung einer scharfen Abgrenzung und Unterscheidung der verschiedenen Theile hinderlich. Suchen wir uns eine Vorstellung von den hier vorliegenden räumlichen Verhältnissen zu bilden, so kommen wir mit Müller zu der Anschauung, dass in den lebhafter gefärbten Augit zwei lichtere pyramidal gestaltete Massen von den beiden Enden der Verticalaxe aus eindringen, welche (wie für unsere Gesteine hinzugefügt werden muss) gegen ihre Basis hin allmählig in den anderen Augit übergehen.

Für die Absorptionsverhältnisse des dunkleren Augites ergab sich in den untersuchten Vorkommnissen ziemlich übereinstimmend  $c > a > b$

c violett,  
a bräunlichgrau,  
b grünlichbraun.

Die helleren Partien zeigen ähnliche, aber blassere Farben und lassen in sehr dünnen Präparaten kaum noch den sonst recht lebhaften Pleochroismus wahrnehmen. Die Neigung  $c : c$  beträgt in den dunkleren Theilen  $42-45^\circ$ , die lighteren ergeben um die oben aufgeführten Beträge abweichende Werthe. Es ist hier wohl keinesfalls an eine Zwillingbildung irgend welcher Art zu denken, sondern lediglich an eine substantielle Verschiedenheit der einzelnen Theile,

welche letztere ja auch zur Erklärung der abweichenden Auslöschungsschiefe hinreichen würde.<sup>1)</sup>

Einer sehr eigenthümlichen Auffassung dieser Verhältnisse begegnen wir bei Macpherson, welcher darüber (l. c. pag. 293) sagt:

Il est à remarquer que, surtout dans quelques fragments, il existe un dichroïsme très-sensible dans le pyroxène et qui change en intensité même dans les différentes parties d'un même fragment. Dans quelques fragments, c'est à peine si on peut l'apercevoir; mais dans d'autres la couleur change depuis un violet assez foncé jusqu'au jaune citron, et à tel point qu'on pourrait les prendre pour un hypersthène, si leurs caractères optiques n'étaient pas ceux du pyroxène. Ce dichroïsme anormal paraît en rapport avec certains phénomènes d'amphibolisation qu'on observe dans le pyroxène; ce phénomène se produit dans ces roches, d'une manière tout à fait différente que dans les ophites et les diabases. L'ouraltisation ne se produit pas d'une manière graduelle etc. etc. — sie geschieht vielmehr hier tout d'un coup par des taches obscures et irrégulières dans leurs formes, et qui paraissent dégénérer directement du pyroxène. Diese „amphibolisation“ soll hauptsächlich die stärker dichroitischen (dunkleren) Theile ergreifen, und diese sollen ihren lebhafteren Farbenwechsel, sowie ihre 6—7° geringere Auslöschungsschiefe bereits einer „intercalation de lamelles d'amphibole dans le pyroxène“ verdanken, „intercalation qui ne serait pas visible par nos moyens d'investigation, mais qui serait suffisante pour modifier les caractères propres de cette espèce minérale.

Dass Macpherson hier in dem verschiedenen Pleochroismus etc. überhaupt eine Umwandlungserscheinung zu sehen glaubte, wird erklärlicher, wenn man berücksichtigt, dass in den Tescheniten Portugals, welche mir durch die Güte des Genannten zugänglich waren, der Augit sehr zurücktritt, meist nur sehr unvollkommen ausgebildet ist und so auch die fragliche Erscheinung nicht in typischer Weise zur Anschauung bringen kann. Meines Erachtens können nur primäre Differenzen in der chemischen Zusammensetzung eine befriedigende Erklärung bieten.

<sup>1)</sup> Wiik, Ueber d. Verh. d. opt. u. chem. Eigenschaften d. Pyroxenes und Amphiboles. Groth. Ztschr. VII, 1883, pag. 78. (Die neueren Arbeiten Doelter's und Herwig's ü. d. Gegenstand konnten bei Abfassung dieser Arbeit leider noch nicht benützt werden.)

Ein Mittelglied zwischen den bisher besprochenen 3—5 mm grossen, meist sehr scharf begrenzten Augiten und den mikroskopisch kleinen, welche wesentlich die Grundmasse der in Mähren auftretenden basaltähnlichen Gesteine zusammensetzen, stellen die blos 1—2 mm grossen, nur theilweise gut begrenzten Augite dar, welche die zwar feinkörnige, aber makroskopisch phaneromere Masse der Gesteine von Dzingelau und Söhla  $F_1$  hauptsächlich mit bilden. Die Theilung in optisch verschiedene Felder findet sich bei ihnen ebenfalls sehr verbreitet; auch die optischen Constanten stimmen mit den oben angegebenen überein, nur der Pleochroismus tritt bisweilen minder deutlich hervor. Ueber die eben erwähnten mikroskopischen Augite der basaltischen Gesteine und über die in letzteren vorkommenden grösseren Augiteinsprenglinge erübrigt nichts Näheres zu bemerken, da sie mit denen der meisten Basalte völlig übereinstimmen. Abgesehen von sehr unregelmässig gestalteten Glaseinschlüssen, welche nur selten in grösserer Menge auftreten, finden sich in dem automorphen Augit nur Apatit und zuweilen einige Magnetitkörnchen eingeschlossen. Die Zersetzungserscheinungen werden weiter unten zur Sprache kommen.

#### B) Xenomorpher Augit.

Er findet sich namentlich bei Kalembitz, Ellgoth B und C, Boguschowitz B, Zermanitz; seine Individuen setzen sich nicht selbst die Grenzen ihres Wachsthumß, bringen ihren krystallinen Charakter nicht auch in ihrer äusseren Gestalt zur Darstellung, sondern füllen, sich vorgegebenen Bedingungen anpassend, die Zwischenräume zwischen den leistenförmigen Individuen der Feldspathe aus. In ihrer ganzen Erscheinung stimmen sie mit den Augiten der meisten Diabase von ophitischer Structur überein; wie letztere haben sie häufig eine weitgehende Chloritisirung erfahren. Zu den für A aufgeführten Einschlüssen gesellen sich hier noch kleine Feldspath-individuen.

#### Pseudomorphosen nach Augit.

Eine tiefgreifende Veränderung hat in zahlreichen Vorkommnissen des behandelten Gebietes die Augitsubstanz bis auf verschwindende Reste zerstört und durch ein feinfaseriges grünliches Mineral ersetzt, welches vorzüglich schöne Pseudomorphosen nach

dem ursprünglich vorhandenen Augit bildet. Zum Studium dieser Umwandlung sind Gesteine von Söhl (S<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, B) am geeignetsten. In einem derselben (S<sub>1</sub>) sehen wir sie genau wie die Serpentinisierung beim Olivin von den Sprüngen und Spaltrissen aus ihren Angriff beginnen, ein lichtgrünes, schwach pleochroitiches Band begleitet jeden Riss zu beiden Seiten; anscheinend homogen zeigt sich die grüne Substanz zwischen gekreuzten Nicols als aus kleinen Blättchen bestehend, welche grossentheils parallel  $\infty P \infty$  angeordnet sind; auf der ursprünglichen Spalte finden sich ausserdem noch trübe, körnige Zersetzungsproducte. Dieses erste Umwandlungsstadium bietet ein sehr instructives, überaus prächtiges Bild im Dünnschliff, das durch den Farbengegensatz zwischen dem Violett des frischen Augites und dem Lichtgrün des Zersetzungsproductes die analogen Bildungen beim Olivin an Uebersichtlichkeit noch übertrifft. Wo der also beginnende Process sein Ende erreicht hat, da ist unter Erhaltung der äusseren Form der Augit völlig in ein Aggregat wenig deutlich von einander abgegrenzter Fasern und Blättchen umgewandelt, welche zwar ein ziemlich wirres Durcheinander zu bilden scheinen, dennoch aber von einem gewissen Parallelismus beherrscht sein müssen, da beim Drehen des Polarisators alle Theile einer Pseudomorphose nahezu denselben Farbenwechsel zeigen; auch scheint überall der c-Achse ein mehr bläuliches, den beiden anderen ein mehr gelbliches Grün zu entsprechen. Eingebettet in diese grüne Materie bemerkt man noch eine bräunlich-gelb durchscheinende Substanz, bald zu grösseren Haufwerken zusammengeballt, bald in einzelnen Körnchen und Pünktchen vertheilt. Die Kleinheit dieser Körperchen vereitelte bis jetzt alle Versuche, auf chemischem Wege einen Aufschluss über ihre Natur zu erhalten. Durch Salzsäure werden sie nicht gelöst; vielleicht sind sie dem Epidot zuzuweisen.

### Hornblende.

Wir finden in den Tescheniten ausschliesslich die sogenannte „basaltische“ Hornblende, wesentlich charakterisirt durch ihre braunen Farbentöne. Sie bildet fast überall, wo sie auftritt, säulenförmige, bald längere, bald kürzere Krystalle, theils mit sechsseitigem, theils mit rhombischem Querschnitt, an den Enden bisweilen zerspalten und ohne bestimmte terminale Flächen, meist jedoch wohl begrenzt,

im Gegensatz zu der Behauptung Moser's<sup>1)</sup>, dass die Enden nie vollkommen ausgebildet seien.

Die Grösse der einzelnen Individuen ist eine sehr wechselnde, von haarfeinen Nadelchen bis zu federspuldicken, 5—7 Centimeter langen Säulen finden sich alle Uebergangsstufen. Zuweilen (Allodial Ellgoth A) erscheinen die Krystalle hohl und ähnlich, wie so oft beim Apatit, eine sechsseitige „Seele“ von Grundmasse enthaltend, ja es kommt vor, dass (ähnlich wie es Neef<sup>2)</sup> für Feldspath beschrieben hat) die Hornblendesubstanz nur eine ganz dünne Rinde bildet, während das ganze Innere aus der feinkörnigen, zeolithisirten Grundmasse des Gesteines besteht (Taf. I, Fig. 6).

Die prismatische Spaltbarkeit tritt auf den Querschnitten stets scharf, auf den Längsschnitten mit sehr wechselnder Deutlichkeit hervor; auf den geradeaus löschenden Schnitten nach  $\infty P\infty$  verschwindet sie zuweilen fast gänzlich, während Schnitte nach  $\infty P\infty$  oft eine so feine Streifung zeigen, dass man zuerst versucht ist, sie für Biotit zu halten, doch schliesst das optische Verhalten einen dauernden Irrthum aus. Der Winkel  $c:c$  beträgt in den meisten Vorkommnissen 14—16°, in dem von Söhla K 18°. Für die Asorption wurde gefunden  $c > b > a$ .

- a licht-gelbbraun,
- b braun bis dunkelbraun,
- c dunkelbraun.

Der Unterschied  $c > b$  ist eigentlich nur in der Varietät von Söhla K deutlich, in den meisten anderen verschwindet er fast gänzlich.

Ausser der gewöhnlichen Zwillingsbildung nach  $\infty P\infty$  findet sich, und zwar häufiger als diese, die von Rosenbusch<sup>3)</sup> zuerst erwähnte, dann von Cohen<sup>4)</sup> genauer beschriebene nach  $\infty P2$ <sup>5)</sup> gewöhnlich so, dass beide Individuen gleiche Hälften des Krystalles bilden, wobei in allen Schnitten die prismatische Spaltbarkeit beider

<sup>1)</sup> Moser, a. a. O., pag. 27.

<sup>2)</sup> Neef, Seltene krystallinische Diluvialgeschiebe der Mark. Zeitschr. d. d. g. G. XXXIV, 1882, pag. 472.

<sup>3)</sup> Rosenbusch, Massige Gesteine, pag. 298, 410, 483.

<sup>4)</sup> Benecke und Cohen, Geognost. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. Strassburg 1881, pag. 69.

<sup>5)</sup> Nach Klein's Berechnung, ebenda.

Theile gleich gerichtet erscheint. Auch hier schneidet die Zwillingsnaht die letztere unter sehr spitzen Winkeln.

Als eigentliche Einschlüsse sind auch hier nur aufzuführen: Apatit, Magnetit und Titaneisen mit Leukoxen; ganz besondere Beachtung verdient dagegen das

#### Zusammenvorkommen von Hornblende und Augit,

da es in fast allen untersuchten Gesteinen zur Erscheinung kommt.

Zuweilen findet man voll ausgebildete Augitkrystalle in Hornblende einfach eingebettet, ohne dass irgend eine Beziehung in der Stellung beider sich kund thut; häufiger jedoch besteht eine solche, indem entweder die Hornblende sich als besonderes Individuum dem Augit in paralleler Stellung anschliesst (d. h. so, dass Verticalaxe und Orthodiagonale zusammenfallen), oder aber der Augitkern besitzt noch gar keine oder doch nicht seiner ganzen Oberfläche nach eine selbstständige krystallographische Begrenzung und wird erst durch die „ergänzende“ Hornblende, wenn wir diesen allerdings nicht völlig correcten Ausdruck nach Analogie der „ergänzenden Kieselsäure“ in den Dalaquarziten etc. gebrauchen dürfen, zu einem nach aussen geschlossenen vollwerthigen Ganzen (Taf. I, Fig. 3, 4).

Dass wir hier auch nicht im Entferntesten an Uralitbildungen denken dürfen, das wird erstens durch die basaltische Natur der Hornblende mit ihren dunkelbraunen Farben bewiesen, zweitens aber auch durch den Umstand, dass im Querschnitt der äussere Umriss ja gerade der der Hornblende zukommende ist. Ueberdies wurden in den Tescheniten zwar Umwandlungen des Augit in Biotit und in chloritische Substanzen beobachtet, nirgend aber ein Beispiel der gewöhnlichen Uralitisirung, deren Fehlen schon von v. Hochstetter constatirt wurde.<sup>1)</sup> Ueber Macpherson's Ansicht in Betreff dieses Punktes vergleiche man das beim Augit Gesagte.

Volle Gewissheit darüber, ob zwischen Augit und Hornblende der erwähnte Parallelismus wirklich besteht, wäre natürlich nur durch Goniometermessungen zu erreichen, denen sich zum Theil die Kleinheit der Individuen, zum Theil die Zerbrechlichkeit derselben als unüberwindliches Hindernis in den Weg stellt. Doch haben sehr zahlreiche Messungen an Dünnschliffen, nicht etwa nur der Augensein, ergeben, dass wenigstens in den weitaus meisten Fällen, bei

<sup>1)</sup> v. Hochstetter, a. a. O., pag. 313.

manchen Gesteinen in allen, die Winkel der Contouren, der Spaltungsrichtungen und der optischen Hauptschnitte in beiden Mineralien mit der Annahme einer parallelen Verwachsung gut übereinstimmen.<sup>1)</sup> Es scheint also während der Erstarrung dieser Gesteine ein Zeitpunkt eingetreten zu sein, von welchem ab die Augit-Individuen wenigstens zum Theil als Hornblende weiter wuchsen<sup>2)</sup>, eine Vorstellung, die viel von ihrem Befremdlichen verliert, wenn man an die einfache Beziehung denkt, in welcher die Grundformen beider Mineralien zu einander stehen.

Es erschien interessant, auf chemischem Wege zu prüfen, ob dabei ein wesentlicher substantieller Unterschied entscheidend möge mitgewirkt haben, oder ob die Zusammensetzung beider Mineralien die gleiche und also lediglich physikalische Bedingungen massgebend gewesen. Zu diesem Zweck wurden aus 620 Gr. des Teschenites aus dem Tenfelsgrund<sup>3)</sup> mit Hilfe der Thoulet'schen Lösung zunächst die eisenhaltigen Gemengtheile separirt, dann, nachdem die Erze durch den Magneten ausgezogen, Augit und Hornblende durch Baryumquecksilberjodidlösung vom Apatit, sowie schliesslich von einander getrennt. Dabei ergab sich das specifische Gewicht der Hornblende = 3·364—3·370, das des Augites = 3·376—3·421. Der grosse Spielraum, in welchem sich letzteres bewegt, dürfte wohl mit zur Bestätigung der oben ausgesprochenen Ansicht, dass die den verschiedenen gefärbten Feldern der Längsschnitte entsprechenden Theile etwas verschieden zusammengesetzt seien, dienen können. Die Analysen ergaben:

	Augit	Hornblende
$SiO_2$ . . .	44·22	36·91
$Al_2O_3$ . . .	10·49	16·30
$Fe_2O_3$ . . .	11·98	5·28
$FeO$ . . .	5·77	12·27
$MgO$ . . .	7·02	8·83
$CaO$ . . .	22·54	16·91 (Spuren $SrO$ ).
Summa . . .	102·02	96·50

<sup>1)</sup> Aehnliches beschreibt Becke aus einem Augitgneiss. Diese Mitth. N. F. IV, 1882, pag. 261.

<sup>2)</sup> Stets ist letztere das umschliessende Mineral.

<sup>3)</sup> Dieses Gestein zeigt zwar die beschriebene Verwachsung nicht so häufig wie manches andere, ist aber durch sein grobes Korn besonders zur Gewinnung von Analysenmaterial geeignet; beide Mineralien stimmen in ihrem optischen Verhalten völlig mit denen der feinerkörnigen Gesteine überein.



Die fehlenden 3·5 Procent bei der Hornblende kommen auf die (qualitativ nachgewiesenen) Alkalien.

Diese Gegenüberstellung zeigt, dass allerdings bedeutende Differenzen auch in der chemischen Zusammensetzung beider Mineralien sich finden, namentlich in Bezug auf  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  und die Alkalien. Bemerkenswerth erscheint es, dass fast in keinem der untersuchten Gesteine Augit und Hornblende in gleichem Masse zersetzt sind, dass aber auch keines von beiden Mineralien als das widerstandsfähigere überhaupt erscheint. In gewissen Gesteinen ist der Augit völlig frisch mit Ausnahme etwa des alleräussersten Randes, während die Hornblende von allen Sprüngen aus chloritisirt erscheint; umgekehrt verfällt die Hornblende da, wo der Augit die oben beschriebenen grünerdeartigen Pseudomorphosen liefert, erst viel später einer ähnlichen Umwandlung. Dazu kommt noch, dass der Plagioklas gewöhnlich da frisch erscheint, wo die Bisilicate zersetzt sind und umgekehrt, so dass die Zersetzung sich meist zuerst nur eines Minerals oder einer Mineralgruppe zu bemächtigen scheint. Der Grund dafür liegt wohl in der verschiedenen Natur der an verschiedenen Orten auf die Gesteine einwirkenden Gewässer.

#### Biotit.

Ueber dieses Mineral ist wenig zu bemerken, es findet sich sowohl primär als secundär, sehr verbreitet, aber meist nur in geringer Menge. Als wesentlicher Gemengtheil tritt es nur selten auf, so z. B. in dem kugelförmig abgesonderten Teschenit vom Steinberg dicht bei Nentitschein. In letzterem ist die Entscheidung, ob ein gegebenes Biotitindividuum primärer oder secundärer Natur sei, eine recht schwierige; der Biotit erscheint hier in den äusseren, schon stark zersetzten Kugelschalen in grösserer Menge, während er im frischeren Kern mehr gegen Hornblende und Augit zurücktritt, namentlich steht seine Menge zu der des letzteren in einem umgekehrten Verhältnis. Man muss nun entweder diese Vertheilung durch eine ursprüngliche locale peripherische Anhäufung des betreffenden Gemengtheiles im Gesteinskörper erklären, oder aber, wenn die Kugelbildung lediglich als Verwitterungsform betrachtet wird, den Biotit wenigstens zum grossen Theil als secundär auffassen. Zu letzterer Meinung möchte ich mich bekennen, umsomehr als in manchen der zu besprechenden Gesteine eine directe Umwandlung

des Augit in Biotit beobachtet werden konnte. Nirgend tritt dieselbe schöner hervor, als in Präparaten von Dzingelau (Fig. 1). Die Contouren der Augite erscheinen hier schon bei mässiger Vergrösserung eigenthümlich zerfressen und dicht umsäumt von einem gerade hier ziemlich breiten Rande von bräunlichem Biotit, dessen Lamellen unter einander einen vollkommenen Parallelismus zeigen. Ob sie eine bestimmte Orientirung gegen den Augit besitzen, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden; in mehreren Fällen erschienen sie parallel  $\infty P \infty$  angeordnet. Hier nun ist der Biotit unzweifelhaft secundär, und wir brauchen uns nur diesen Process weiter fortgesetzt zu denken, um vollständige Biotitindividuen zu erhalten, wie sie sich in den Kugelschalen vom Steinberg so zahlreich finden. Die Hornblende des Gesteins von Dzingelau zeigt diese Umwandlung nicht, obwohl auch sie nicht mehr ganz unzersetzt ist, und auch in anderen Gesteinen besitzen stets nur die Augite jenen schon makroskopisch sichtbaren, tombakbraunen Ueberzug, welcher das Herauslösen derselben aus der Grundmasse so erleichtert, und welcher unter dem Mikroskop leicht als aus Biotit bestehend erkannt wird.

Eine Umsetzung des Augit sowohl als der Hornblende in grünen Biotit beschreibt Tschermak<sup>1)</sup> aus dem zersetzten Gestein von Itschina. Ueber Pseudomorphosen von Glimmer nach Augit aus dem Fassathal und von Monroe (Oranje Co., New-York) vergl. Blum.<sup>2)</sup>

Einen relativ grossen Glimmerreichthum besitzen in unserem Gebiet noch die gänzlich zersetzten, mit der Hand zerreiblichen Teschenite von Koniakau etc., sowie gewisse, zwar noch feste, aber ebenfalls schon sehr weit von ihrem ursprünglichen Zustande entfernte kryptokrystalline endomorphe Contactgesteine von Kalembitz, Allodial Ellgoth C und anderen Orten.

#### Olivin.

Bemerkenswerth und, so viel mir bekannt, ohne Beispiel in anderen Gesteinen ist wohl das Vorkommen des Olivin als endomorphes Contactmineral (Fig. 3) in den Eruptivmassen von Marklowitz A und B, Kalembitz, Kotzobendz A, Ellgoth C etc. Obgleich auch hier bereits gänzlich serpentinisirt oder in Carbonate umgewandelt,

<sup>1)</sup> Tschermak, Porphyrgesteine, pag. 264.

<sup>2)</sup> Blum, Pseudomorphosen, I. 31; III. 93.

ist er doch leicht an der charakteristischen Form seiner Schnitte zu erkennen. Dicht am Contact kommt er in ziemlich bedeutender Menge vor, aber schon in geringer Entfernung (oft 30—40 Centimeter) verschwindet er meist vollständig. Ob der Olivin seine Entstehung hier nur den veränderten physikalischen Erstarrungsbedingungen verdankt, ob einer theilweisen Aufnahme von alkalischen Erden des (wesentlich kalkigen) Nebengesteines durch das Magma, lässt sich nicht entscheiden, da bei dem vollkommen veränderten Zustande gerade der Contactgesteine, auch von der chemischen Untersuchung keine Aufklärung hierüber erwartet werden kann. Der Olivin ist völlig oder doch fast völlig frei von Einschlüssen anderer Mineralien und scheint mithin zu den ersten Ausscheidungen gehört zu haben.

#### Apatit.

Die sehr reichliche Betheiligung dieses Mineralen an ihrer Zusammensetzung ist fast allen Tescheniten eigenthümlich; schon mit unbewaffnetem Auge bemerkt man leicht die bis 16 Millimeter langen, 0.4 Millimeter dicken, lebhaft glasglänzenden Prismen desselben; auf sie bezieht sich auch wohl offenbar die folgende Bemerkung v. Hochstetter's:<sup>1)</sup>

„Die meisten der (Hornblende-) Krystalle sind 1—3 Centimeter lang bei einer Dicke von 1—3 Millimeter, variiren aber in einem und demselben Handstück von mikroskopisch feinen Nadeln, die, wenn sie aus der Feldspathmasse herausfallen, darin sehr stark spiegelnde Eindrücke hinterlassen, so dass man oft Nadeln eines accessorischen wasserhellen Minerals zu erkennen glaubt, bis zu einer Länge von 5 Centimeter.“

Richtig erkannt wurde der Apatit wohl zuerst 1864 von Gustav Rose im Teschenit der Teufelsmühle.<sup>2)</sup>

Die Apatitkrystalle zeigen unter dem Mikroskop eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausbildung; bald sind sie wasserhell, bald ziemlich dunkelbräunlich gefärbt und deutlich pleochroitisch, bald zeigen sie axiale dunkle Einschlüsse, bald sind sie frei von solchen, bald stellen sie normal ausgebildete hexagonale Säulen mit Pyramide und Basis an den Enden dar, bald nur Parallelaggregate feinsten Stäbchen, welche im Querschnitt vielfach gegliederte blumenblatt-

<sup>1)</sup> v. Hochstetter, a. a. O., pag. 313.

<sup>2)</sup> Sapetza, a. a. O.

ähnliche Formen zeigen. Nicht eben selten reihen sich in einigen Vorkommnissen mehrere, oft 30—50, ja 75 dünne Apatitnadeln zu bandartigen Parallelaggregaten aneinander, und wenn eine solche Reihe von der Ebene des Schliffes gerade senkrecht auf die Hauptaxen geschnitten wird, erhält man das überaus zierliche Bild einer Kette, wie sie in Fig. 2 darzustellen versucht wurde. Was die Quantität des Apatit in den Tescheniten betrifft, so berechnete Tschermak aus  $1.25 P_2 O_5$  des Gesteines von Boguschowitz *A* circa 3 Procent Apatit; in der Varietät von Söhla *B* fand ich sogar 1.59 Procent  $P_2 O_5$ , was etwa 3.7 Procent Apatit entsprechen würde. Derselbe gehörte unzweifelhaft zu den allerersten Bildungen im Magma, denn durch alle übrigen Gemengtheile, abgesehen von den seltenen kleinen Titaniten, setzen seine stark lichtbrechenden Spiesse hindurch, relativ selten durch nachträgliche Bewegungen in einzelne Stücke zerbrochen. Andererseits ist der Apatit auch der letzte auf dem Platze: wo der Teschenit schon ganz in weiche erdige Massen umgewandelt ist, leuchten doch in dem mühsam angefertigten Dünnschliff noch hier und dort wasserhelle Querschnitte dieses Mineralen aus den trüben Zersetzungsproducten hervor.

Wenden wir uns nunmehr zur Frage nach dem

### (Nephelin.)

Verhängnissvoll für die Stellung des Teschenit im Systeme der Felsarten wurde der Apatit, der sich hier, seinem Namen entsprechend, wirklich als Betrüger erwies, durch die Verwechslung mit Nephelin, die er mehrfach erfuhr. Zuerst im Kindesalter der mikroskopischen Petrographie durch Zirkel, welcher in seiner umfassenden Arbeit über die Verbreitung des Nephelin<sup>1)</sup> dieses Mineral auch für die Teschenite in Anspruch nahm, indessen, wie er mir selbst im Anfang meiner Untersuchungen zur Warnung mittheilte, auf Grund einer Verwechslung des Apatit mit Nephelin. Es waren eben damals beide Mineralien noch nicht so hinreichend in ihrem ganzen Auftreten bekannt, dass sich Irrthümer hier hätten vermeiden lassen; auch Tschermak lässt die Frage, ob Apatit, wie er anfänglich geglaubt, ob Nephelin vorliege, offen.<sup>2)</sup> Möhl<sup>3)</sup> erkannte 1875, als die

<sup>1)</sup> Zirkel, a. a. O., pag. 716.

<sup>2)</sup> Tschermak, Porphyrgesteine, pag. 259.

<sup>3)</sup> Möhl, Mikromin. Mitth., pag. 695.

Mikroskopie schon bedeutende Fortschritte gemacht, den Apatit richtig und schwieg über den Nephelin. Rosenbusch<sup>1)</sup> dagegen glaubte, denselben in einem Gestein von Söhla constatiren zu können, wie es scheint wieder, wenigstens zum Theil, auf Grund obiger Verwechslung. Auf meine Anfrage, auf welches der so sehr verschiedenen bei Söhla vorkommenden Gesteine sich dies beziehe, theilte mir der genannte Forscher freundlichst mit, dass, so viel er sich erinnere, er das betreffende Vorkommen aus dem Freiburger Museum erhalten habe, und Herr Prof. Fischer daselbst hatte die Güte, mir das dort vorhandene Material in liebenswürdigster Weise zur Verfügung zu stellen. Bei der sorgfältigsten Untersuchung desselben gelang es mir auch bei Behandlung des mit Salzsäure geätzten Schliffes mit Fuchsin nicht, Nephelin aufzufinden, wohl aber konnten gewisse Apatitschnitte, sowie einzelne nicht gestreifte Plagioklaspartien auf den ersten Blick an ihn erinnern. Auch in den unten zu besprechenden kaukasischen Gesteinen, sowie in denen von Cezimbra gelang mir die Feststellung des Nephelin, der von Tschermak und Macpherson<sup>2)</sup>, vielleicht mit auf die Autorität Zirkel's und Rosenbusch' hin, angegeben wird, nicht.

Müssen wir aber den Nephelin so aus der Reihe der Teschenitgemengtheile streichen, so verliert damit die Gruppe der vor-tertiären Plagioklas-Nephelin-Gesteine ihren einzigen Vertreter. Diese Mineralcombination dürfte also wohl bis auf Weiteres als der jüngeren geologischen Vergangenheit eigenthümlich zu betrachten sein.

Ob in den nicht zum Teschenit gehörigen basaltähnlichen Gesteinen die Zeolithe sich etwa zum Theil aus Nephelin gebildet haben mögen, lässt sich nicht wohl entscheiden.

#### Magnetit.

Er findet sich theils in unregelmässigen Körnern, theils in modellgleichen, scharf ausgebildeten Octaedern. Ueberall da, wo er einer chemischen Prüfung unterzogen wurde, erwies er sich als titanhaltig.

#### Titaneisen

erscheint meist in sehr deutlich ausgeprägten Formen, bald in sehr grossen (8 Millimeter im Quadrat) Blättern, bald in mehr körnigen

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Massige Gesteine, pag. 483.

<sup>2)</sup> Tschermak, Min. Mitth., 1872, a. a. O.; Macpherson, a. a. O.

Gestalten, meist begleitet oder ganz ersetzt durch das als Leukoxen bezeichnete, jetzt als Titanit erkannte Umwandlungsproduct. Häufig sieht man im Dünnschliff mehrere seiner Längsschnitte in paralleler Stellung, so dass man annehmen muss, die einzelnen Lamellen haben Theile eines gemeinsamen skelettartig ausgebildeten Individuums dargestellt.

#### Orthoklas.

Zu ihm scheint nach dem optischen Charakter und nach dem Verhalten zu  $H_2SiF_6$  ein Theil der nicht gestreiften Feldspathe in dem Gestein von Bludowitz gerechnet werden zu müssen; vielleicht auch die nach dem Carlsbader Gesetz verzwilligten Feldspathe ohne Streifung in dem von Söhla *B*, doch erscheint mir das letztere kaum sehr wahrscheinlich. Eigentlicher Sanidin wurde nirgends beobachtet.

#### Titanit.

Sein Vorkommen ist ein doppeltes, einerseits sieht man ihn als Leukoxen das Titaneisen begleiten, andererseits in kleinen selbstständigen Krystallen der gewöhnlichen Form, spitz-rautenförmige, schwach pleochroitische Schnitte bildend.

Während Leukoxen fast überall ziemlich reichlich sich findet, tritt der eigentliche Titanit sehr zurück; er findet sich zwar auch fast überall, aber nirgends in grösserer Menge, mit Ausnahme eines endomorphen Contactgesteines von Boguschowitz *A*.

Dass, wie Möhl meint, eine Basis sich ursprünglich wesentlich an der Zusammensetzung der uns vorliegenden Gesteine betheiligt habe, lässt sich für einige ziemlich sicher verneinen, für andere erscheint es mindestens sehr zweifelhaft.

#### Analcim.

Dieser secundäre Gemengtheil wurde von Tschermak an der Spaltbarkeit zuerst erkannt, und dann die Richtigkeit dieser Bestimmung analytisch bestätigt.<sup>1)</sup>

Mikroskopisch lässt sich die grosse Verbreitung dieses Minerals in den Tescheniten anfangs nur schwer erkennen, wenn man sich nicht ganz mit dem eigenthümlichen Habitus desselben vertraut gemacht hat.

---

<sup>1)</sup> Tschermak, Gesteine v. ungewönl. Zus., a. a. O., pag. 275.

Nur selten erscheint der Analcim klar, meist ist er erfüllt mit feinsten staubartigen Theilchen von Calcit, welche sein Dunkelwerden zwischen gekreuzten Nicols nur bei alleräusserster Dünne des Präparates (die meinigen waren im Durchschnitt 0.05 Millimeter dick, an einzelnen Stellen noch dünner) zulassen. Durch Vergleichung mit Präparaten anderer Analcimvorkommnisse (z. B. von der Seisser Alp) vergewisserte ich mich, dass auch hier die wirklich klaren Partien oft sehr gegen die trüben mit Calcitschüppchen durchsetzten zurücktreten. Das Endresultat dieser hier beginnenden Umwandlung bilden die von Tschermak<sup>1)</sup> beschriebenen Pseudomorphosen nach Analcim von Itschina, welche 27 Procent Calcit enthalten, sowie die von der Teufelsmühle. Wo sich indessen der Analcim in grösseren Partien unzersetzt erhalten hat, wie in dem Gestein von Söhla B, zeigt die wasserklare Substanz meist deutliche Doppelbrechung, wobei eine unregelmässige Feldertheilung und Streifung sich bemerklich macht. Die von C. Klein<sup>2)</sup> veröffentlichten Beobachtungen liessen daran denken, dass diese Doppelbrechung möglicherweise in der bei der Präparation des Dünnschliffes angewendeten Erhitzung des Gesteines an der Luft ihren Grund haben möchte und forderten zu eingehenderer Prüfung dieser Frage auf. Es wurden daher von dem erwähnten Gestein von Söhla B unter sorgfältiger Vermeidung jeder stärkeren Erwärmung Dünnschliffe hergestellt, in welchen sich denn in der That der Analcim völlig isotrop erwies. Die Präparate wurden dann mittelst Chloroform von den Objectträgern abgelöst, gereinigt und auf einem Platinblech stärker erwärmt; es zeigte sich dann sofort eine deutliche Doppelbrechung, verbunden mit Feldertheilung und Streifung, die bei nachträglicher Benetzung des Präparates noch schärfer hervortreten schien und einen sehr hohen Grad erreichte, wenn man mit dem Erhitzen bis zur dunklen Rothgluth des Bleches ging. Wurden hernach die so behandelten Präparate mit Hilfe eines kupfernen Erwärmungsapparates in einer Wasserdampfatosphäre auf 200—250 Grad erhitzt, so nahm die Doppelbrechung in den meisten Fällen stark ab, um bei der Abkühlung wiederzukehren. Der Analcim kommt allenthalben in inniger Verbindung mit dem Feldspath vor, dem er offenbar seine Entstehung verdankt; es finden sich Individuen, welche noch deutlich den

<sup>1)</sup> Tschermak, Einige Pseudomorphosen, a. a. O.

<sup>2)</sup> C. Klein, Mineralog. Mitth., X. — N. Jahrb., 1884, I., pag. 250.

Feldspathumriss zeigen, aber bis auf einige geringe Reste in Analcim verwandelt sind.<sup>1)</sup> (Eine ähnliche Umwandlung von Plagioklasen [Labradoriten] in Analcim beschreibt P u m p e l l y <sup>2)</sup> aus den Grünsteinen des Lake superior; dieselben setzen sich dann weiter in Chlorit um.) Selbstständige Krystallbegrenzung weiss sich der Analcim in den von mir untersuchten Gesteinen nie zu erringen, bald bildet er eingeklemmte Partien zwischen anderen Gemengtheilen, bald grössere Körner, bald nur Adern und Lappen im Plagioklas, welche merkwürdig scharf gegen die Feldspathsubstanz abgegrenzt sind, im Gegensatz zu dem sonst gewohnten Auftreten secundärer Gemengtheile, bald ersetzt er letzteren fast ganz.

Dagegen bespricht K. Moser ein Vorkommen von eingewachsenen, wohl ausgebildeten Analcimwürfeln aus einem Teschenit, welcher bei Friedeck in der Nähe der Karlshütte aufträte; leider gelang es mir nicht, Belegstücke hierfür zu erhalten, da der betreffende Aufschluss nicht mehr aufzufinden war. Als grosse Seltenheit erwähnt der Genannte aufgewachsene Analcimkrystalle auf Klüften des Teschenits von Marklowitz und Kalembitz, auch von Söblla und dem Teufelsgrund werden solche aufgeführt; häufiger finden sie sich, in der von Schrauf<sup>3)</sup> beschriebenen Weise mit Calcit überwachsen, bei Leskowetz, von wo ich durch die Gefälligkeit des Herrn Obersteiger Wistrzens eine kleine Stufe erhielt. Die Krystalle sind glasglänzend und fast vollkommen durchsichtig, zeigen die Combination 202.  $\infty O \infty$  und gleichen in hohem Grade denen von den Cyklopeninseln.

#### Natrolith.

Derselbe bildet an vielen Stellen schon makroskopisch deutlich sichtbare, seidenglänzende Aggregate. Einzelne losgelöste Nadelchen erwiesen sich im polarisirten Licht deutlich als rhombisch. Im Dünnschliff bemerkt man an vielen Stellen seine mehr oder minder ausgedehnten, strahligen und eisblumenähnlichen Aggregate, welche zuweilen recht lebhafte Polarisationsfarben zwischen gekreuzten Nicols zeigen.

<sup>1)</sup> Vergl. Macpherson, a. a. O. Derselbe vergleicht das Auftreten des Analcim hier mit dem des Quarz in den Graniten.

<sup>2)</sup> P u m p e l l y, Metasomatic development of the copper-bearing rocks of Lake superior. (Proc. of the Americ. Acad. of arts and sciences, XIII. 1878, pag. 281.)

<sup>3)</sup> Schrauf, Sitzungsber. d. Wiener Akad., 1876, 9. März.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1885. (Carl E. M. Rohrbach.)



In einem Gesteine von der Teufelsmühle finden sich auf Hohlräumen kleine säulenförmige Kryställchen, welche wohl ebenfalls dem Natrolith zuzurechnen sind.

### Apophyllit

erfüllt die Hohlräume eines in Liebisch gelegentlich einer Brunnengrabung gefundenen Mandelsteines; er mag wohl auch sonst vorkommen, ist aber u. d. M. schwer nachweisbar.

Ein schön rötlich gefärbter, noch nicht näher untersuchter Zeolith bildet kleine Krystalle in den sonst von Calcit erfüllten Mandeln des zersetzten Olivingesteines von Kotzobendz *B.* Derselbe findet sich auch in den Gesteinen von Mosty und Mistrzowitz (aus der Freiburger Sammlung). Sein Krystallsystem ist anscheinend monoklin.

### Chlorit etc.

Die hierher gehörigen Substanzen treten recht mannigfach, aber, abgesehen von dem schon oben beim Augit beschriebenen, der Grünerde ähnlichen Mineral, in keiner irgendwie für den Teschenit charakteristischen Weise auf, weshalb wir von einer allgemeinen Behandlung derselben absehen können.

### Glimmer.

Ausser dem bereits auf pag. 26 ff. besprochenen Biotit theilt sich local (z. B. in dem endomorphen Contactgestein von Boguschowitz *A*) auch ein (secundärer) lichter Glimmer an der Zusammensetzung unserer Gesteine.

### Calcit.

Derselbe stellt überall das letzte Umwandlungsproduct dar; schon in Tschermak's ausführlichen, gerade für die Zersetzungsercheinungen besonders wichtigen Arbeiten wird dargethan, wie die Verwitterung dieser Gesteine stets mit einer bedeutenden Anreicherung von Calciumcarbonat Hand in Hand geht.

Besonders die endomorphen Contactgesteine sind selbst da, wo sie ein frisches Aussehen und eine bedeutende Festigkeit sich bewahrt haben, reich an Calcit, indem sie am meisten mit kalkbeladenen Gewässern in Berührung kommen mussten.

Wir finden ihn durch die ganze Masse des Gesteines verbreitet, hier grössere Körner, dort winzige Pünktchen bildend, als feiner Staub

den Analcim erfüllend und trübend, schliesslich in vollkommenen Pseudomorphosen nach Olivin. Auch als innerste Ausfüllung der Mandeln, wo solche sich finden, und auf Klüften kommt er vor; auf letzterer Lagerstätte oft zusammen mit faserigem Aragonit, der ihn hier stellenweise ganz vertritt.

### Pyrit.

Dieses Mineral kommt in grösserer Menge nur in den ophitisch struirten Gesteinen vor, sowohl scharfe Kryställchen als auch unregelmässige Körner von ziemlicher Grösse bildend.

Nach dieser kurzen Charakterisirung der einzelnen Gemengtheile wenden wir uns zur Betrachtung der verschiedenen Gesteine selbst, indem wir festzustellen suchen, welche von den besprochenen Mineralien dieselben zusammensetzen und wie sie sich in denselben nach verschiedenen Mengenverhältnissen und Structurformen gruppiren.

Im Allgemeinen betheiligen sich Plagioklas, Augit, Hornblende, Titaneisen, Magnetit, Apatit nebst secundärem Analcim, Natrolith, Calcit und zuweilen Biotit als wesentliche Gemengtheile an der Zusammensetzung der vorliegenden Gesteine, während die übrigen aufgeführten Minerale mehr accessorisch auftreten.

Zur Erleichterung der Uebersicht über das bunte Durcheinander, das die vorliegenden Gesteine beim ersten Anblick darbieten, können dieselben, zunächst nur für den Zweck der weiteren Besprechung, etwa in folgender Weise passend eingetheilt werden:

#### a) Die eisenhaltigen Mineralien (Bisilicate, Metasilicate) zuerst ausgebildet:

1. Hornblende und Augit, durchgängig in (grossen) Einzelindividuen; grobkörnige Gesteine.
  - α) Hornblende vorherrschend.
  - β) Augit mit ihr in gleicher Menge oder vorherrschend.
2. Hornblende und Augit, minder regelmässig ausgebildet; mittel- und feinkörnige Gesteine.
  - αα) Hornblende wesentlich.
    - a) Structur gleichmässig körnig.
    - b) Structur porphyrtartig oder porphyrisch durch:

- α) Hornblendeaggregate (in phanomerer Grundmasse).
- β) Einzelne Hornblendekrystalle (in kryptomerer Grundmasse).

bb) Hornblende mehr accessorisch.

**b) Die eisenhaltigen Mineralien nach den eisenfreien ausgebildet (Gesteine mit „ophitischer“ Structur).**

Anhangsweise mögen dann noch die als Teschenite beschriebenen Gesteine aus dem Kaukasus, sowie das von Nagy-Küves bei Vasas (Fünfkirchen) zur Besprechung gelangen, während die portugiesischen Vorkommen sich, bei ihrer völligen Uebereinstimmung mit gewissen schlesischen, der obigen, wesentlich auf Grund der letzteren entworfenen Eintheilung bequem einfügen. Wenn bei der Aufstellung der Unterabtheilungen hier etwas weit gegangen worden ist, so geschah dies nur, um zu zeigen, wie vieler Variationen das einmal durch die mineralogische Zusammensetzung der Teschenite gegebene Thema fähig ist, und wie andererseits die Natur hier fast alle Möglichkeiten wirklich erschöpft hat.

Selbst wenn eine derartige Gruppierung nicht den geringsten bleibenden Werth besitzt, so hat sie ihren Zweck doch erreicht, wenn sie für den Augenblick eine Orientirung vermittelt, und nur in diesem Sinne will die oben gegebene, in der That etwas unförmliche, aufgefasst sein. Wenden wir uns nunmehr zu den einzelnen Gruppen.

**a) Die eisenhaltigen Gemengtheile (Bisilicate, Metasilicate) zuerst ausgeschieden.**

1. Als erste Unterabtheilung werden die grobkörnigen, meist licht gefärbten Gesteine zusammengefasst, die in einer weisslichen oder durch chloritische Producte grau-grün gefärbten Grundmasse grosse, scharf ausgebildete, säulenförmige Individuen von Hornblende und Augit zeigen; letztere machen in ihrer Gesammtmenge noch kaum die Hälfte des Gesteins aus. Typische Vorkommnisse, welche hierher gehören, sind namentlich die von Marklowitz, Boguschowitz, Ellgoth A, Bludowitz und aus dem Teufelsgrund.

Die von Tschermak eingeführte Unterscheidung zwischen Hornblende und Augitgesteinen lässt sich hier nicht mit voller Schärfe durchführen, doch überwiegt allerdings in gewissen Vorkommnissen die Hornblende sehr, während in anderen der Augit ihr an Menge gleichkommt oder sie sogar übertrifft.

α) Hornblende vorherrschend.

Bei Marklowitz (A) steht eine ganz gewaltige Teschenitmasse an, durch das Olsabett angeschnitten und durch mehrere grosse Steinbrüche vortrefflich aufgeschlossen. Es wechseln hier beide Varietäten miteinander; in der hornblendereichen Abart ist es diese, welche von den zum Theile unregelmässig sie durchziehenden Sprüngen aus meist schon recht stark in ein Aggregat licht gelblichgrüner, theils blätteriger, theils faseriger Mineralien umgewandelt erscheint, unter denen hier wohl auch Epidot eine Rolle zu spielen scheint. Die Hornblende bildet meist Säulen von 3—7 Millimeter Dicke und 1, 2—4 und mehr Centimeter Länge; doch sei gleich hier bemerkt, dass alle diese wesentlich hornblendereichen Varietäten gegenüber den augitreichen durch einen ausserordentlich raschen Wechsel der Korngrösse charakterisirt sind, so dass oft in einem Handstück sehr feinkörnige, fast dichte Theile mit mikroskopischen Hornblendenädelchen, sich mit ganz grobkörnigen Partien vereinigt finden, in welchen die Hornblende-Individuen die oben gegebenen Dimensionen besitzen. Im Ganzen treten die feinkörnigen Partien sehr zurück.

Der Feldspath ist in dem Marklowitzer Gesteine ein noch leidlich frischer Plagioklas, der dem Labradorit zu entsprechen scheint; die Grösse seiner Individuen wechselt sehr, eine Breite von 2—4 Millimeter bei einer Länge von 5—8 Millimeter sind das Gewöhnliche. Die noch unzersetzten Theile zeigen zum Theil eine deutliche Streifung, zum Theil eine mehr fleckige Gruppierung der verschieden auslöschenden Theile, zum Theil polarisiren sie auch einheitlich. Dass der Plagioklas es ist, dem der Analcim seine Entstehung verdankt, lässt sich fast überall deutlich verfolgen; stellenweise erscheint auch Natrolith. Das Ganze wird nach allen Richtungen durchspickt von zahlreichen Apatit-Nadeln und -Säulen von durchschnittlich 0.2 Millimeter Dicke und 8—14 Millimeter Länge, deren spiegelnde Flächen schon im Handstück allenthalben leicht wahrgenommen werden. Dieselben sind fast ausnahmslos wasserklar, ohne Einschlüsse oder staubartige Trübung.

Magnetit findet sich spärlich in dem Gestein vertheilt; kleine, spitz rhombische (bis 0.2 Millimeter grosse) Schnitte von Titanit sind nicht gerade selten in einigen Präparaten dieses Vorkommnisses. Chloritische Materie bildet an einzelnen Stellen kleine Nester, meist in Verbindung mit Natrolith. Calcit erscheint als Trübung des Analcim, aber nur sehr verschwindend in selbstständigen Körnchen im Gestein.

Von dem Fundorte Allodial-Ellgoth A liegt dann ein etwas feiner körniger Teschenit vor, welcher dort direct über dem Olingesteine lagert. Er ist, was den Feldspath betrifft, stärker zersetzt als der vorige, dafür aber die Hornblende recht frisch. Die meisten ihrer Individuen zeigen hier die oben (pag. 23) beschriebenen axialen Einschlüsse sehr schön; Zwillinge nach  $\infty P 2$  sind häufig, auch solche nach  $\infty P \infty$  kommen vor. Augit ist hier etwas häufiger als in dem eben von Marklowitz beschriebenen Gesteine. Eigenthümlicherweise zeigt auch der Apatit hier recht auffallend grosse Einschlüsse der Grundmasse mit krystallographisch übereinstimmender Begrenzung, deren sich zuweilen sogar mehrere in einem Individuum finden. In der ganz zeolithisirten Grundmasse ist fast nichts mehr von den ursprünglichen Mineralien zu erkennen.

Von Bludowitz gehört noch eine mittelkörnige Varietät hierher, ausgezeichnet durch das häufige Vorkommen sehr feiner grünlichbrauner Nadelchen in der auch hier stark zeolithisirten Feldspathmasse; dieselben scheinen zur Hornblende zu rechnen zu sein und sind wohl zum grossen Theile secundär, zuweilen häufen sie sich besonders um die braunen, am Rande in Zersetzung begriffenen Hornblenden an. Der Apatit ist hier ziemlich dunkelbraun durch staubartige Interpositionen und deutlich pleochroitisch; er enthält zahlreiche Einschlüsse der Grundmasse oder eines Glases.

Die hierher zu rechnenden Vorkommnisse aus dem Teufelsgrund bei Neutitschein zeigen keine abweichenden Erscheinungen, am besten stimmen sie mit denen von Marklowitz und Bludowitz überein. Sie finden sich bekanntlich nicht anstehend, sondern nur in lose umherliegenden Blöcken von Kopfgrösse und darüber.

Als Zusammensetzung dieses Gesteines gibt Tschermak (nach P. Juhasz) die sub I folgende an.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Tschermak, Felsarten etc, 1866, pag. 276. — II ist Fellner's Analyse desselben Gesteines (a. a. O.)

„Hornblende führender Teschenit von Boguschowitz“ G = 2801.

	I.	II. (Fellner)
$SiO_2$ . . . .	44.39	44.65
$Al_2O_3$ . . . .	16.83	15.77
$Fe_2O_3$ . . . .	6.69	} 11.65
$FeO$ . . . .	4.60	
$CaO$ . . . .	9.28	13.70
$MgO$ . . . .	3.59	6.52
$K_2O$ . . . .	3.89	0.82
$Na_2O$ . . . .	3.80	3.59
$H_2O$ . . . .	3.76	3.18
$P_2O_5$ . . . .	1.25	—
$Fl$ . . . .	0.38	—
$Cl$ . . . .	Spur	—
Summa . .	98.46	99.88

Tschermak berechnet daraus für die mineralogische Zusammensetzung:

Feldspath . . . . .	30
Hornblende . . . . .	30
Analcim . . . . .	27
Magnetit . . . . .	6
Apatit . . . . .	3

Dass das Gestein, in Säure gelegt, zerfalle, fand ich nur bei sehr zersetzten Stücken bestätigt; nur für solche dürfte man auch berechtigt sein, das gesammte Natron, wie es Tschermak hier thut, für Analcim in Rechnung zu bringen.

§) Augit in gleicher Menge mit der Hornblende oder vorherrschend.

Diese Gesteine, den vorigen gegenüber durch grössere Gleichmässigkeit der Korngrösse ausgezeichnet, kommen mit denselben an den gleichen Fundpunkten vor und können von ihnen nicht allzu scharf getrennt werden.

Bei Marklowitz finden sich derartige Gesteine, in welchen Augit vorwaltet, der ebenso wie die Hornblende stark in Zersetzung begriffen ist, nur erscheinen seine Umwandlungsproducte mehr bläulich-grün. Feldspathe und Analcim treten in derselben Weise auf, wie in dem Hornblendegestein. Erstere erreichen 12 Millimeter Länge

bei 8 Millimeter Breite. Biotit ist in ziemlicher Menge vorhanden (meist secundär) und auch Titanit fehlt nicht.

Eigenthümlich sind diesem Gestein kleine kaum erbsengrosse Nester, erfüllt mit chloritischer Substanz und kleinen, ganz frischen Feldspathkrystallen, welche, wie schon oben gesagt, secundär zu sein scheinen; dieselben sind nicht gestreift.

Der Magnetit erscheint in grossen Körnern mit etwas Titaneisen zusammen, meist mit Augit verwachsen oder in demselben eingeschlossen. Er selbst schliesst wieder Apatit ein, so dass wir als Altersfolge der einzelnen Mineralien erhalten:

Apatit, Magnetit, Augit und Hornblende, Plagioklas. — Alalcim mit Chlorit etc. — Calcit. — Für den Titanit lässt sich nur feststellen, dass er älter ist als der Feldspath.

Ein ganz ähnliches Bild bieten die Stücke des Leipziger Min. Mus. „von Boguschowitz“, welche ich durch die Güte des Herrn Geh. Rath Zirkel mit benutzen durfte. Nur die beschriebenen chloritischen Massen fehlen hier; doch kommen kleine relativ frische Feldspathe mit geringer Auslöschungsschiefe (bis  $15^\circ$ ) ohne Streifung vor. Die grossen Plagioklase zeigen, wiewohl minder deutlich, stellenweise zonalen Aufbau.

In dem Gestein von Bludowitz wird der Alalcim an Menge von dem Natrolith übertroffen, dessen strahlige Gebilde sich hier sehr schön beobachten lassen. Zwischen denselben finden sich noch gestreifte Plagioklase, zum Theil ebenfalls zonal aufgebaut, sowie eine Anzahl trüber, theilweise gerade auslöschender Schnitte, welche dem Orthoklas zuzurechnen sein dürften; die Richtigkeit dieser Bestimmung vorausgesetzt, wäre es immerhin charakteristisch, dass hier gewöhnlicher Orthoklas und nicht Sanidin vorläge. Die Augite sind in diesem wie in dem Boguschowitzer Gestein sehr schön ausgebildet und zeigen fast durchgängig die oben beschriebenen Briefcouvertformen. Als Zersetzungsproducte erscheinen an ihren Rändern stellenweise sehr regelmässige hexagonale, tiefgrüne Tafeln von 0.06 Millimeter Durchmesser, die wohl dem Chlorit angehören. Die Hornblende zeigt hier bisweilen auffallend wenig Spaltrisse, sie bildet Zwillinge nach beiden Gesetzen.

Das entsprechende Gestein des Teufelsgrundes enthält ebenfalls den für Orthoklas zu haltenden Feldspath, der Plagioklas ist fast ganz in Zeolithe (hauptsächlich Natrolith) und Calcit umgewandelt. Das Uebrige stimmt mit den vorigen Gesteinen überein.

Erwähnung verdient noch ein bei Brusowitz in zahlreichen Lesestücken, aber nicht anstehend gefundenes Gestein: Die dichte Grundmasse, in welcher die schwarzen Individuen des Augit (respective der Hornblende) eingebettet liegen, erscheint im Handstück durch chloritische Substanzen dunkelschwärzlich-grün, doch ist diese Farbe, wie namentlich auf Schliffflächen deutlich hervortritt, keine ganz gleichmässige, sondern in etwa centimetergrossen Flecken mit einer mehr bräunlich-grauen wechselnd. Bei der mikroskopischen Betrachtung fällt es sogleich auf, dass nicht wie bei den bisher betrachteten Gesteinen Augit und Hornblende überall in demselben gegenseitigen Mengenverhältnis vertheilt sind, sondern, entsprechend dem makroskopisch hervortretenden Wechsel der Färbung, hier Augit (in den bräunlichen Theilen), dort Hornblende entschieden vorherrscht; der Gegensatz wird noch dadurch verschärft, dass, während die Augitkrystalle im Mittel 1·25—1·75 Millimeter Querdurchmesser haben, die Dicke der Hornblendenadeln nur selten  $\frac{1}{2}$  Millimeter erreicht oder gar übersteigt. Die letzteren zeigen häufig die oben besprochenen axialen Grundmasseneinschlüsse, sie sind durchgängig vollkommen frisch, während hingegen der Augit überall einer ziemlich weitgehenden Zersetzung zu grünerdeähnlichen Substanzen verfallen ist. Die dabei entstandenen Auslaugungsproducte bedingen wohl die wechselnde Färbung der Grundmasse, welche übrigens durchweg in hohem Grade zeolithisirt ist, am vollständigsten jedoch in den augitischen Partien.

Der Gedanke an ein Gemenge zweier verschiedener Magmen scheint hier wohl nicht gänzlich ausgeschlossen, wiewohl ja auch bei der Erstarrung eines homogenen Magmas derartige locale Anhäufungen einzelner Gemengtheile stets leicht möglich sind.

Der grobkörnige Theil der portugiesischen Teschenite von Cezimbra reiht sich dieser Gruppe ohne Zwang ein. Der Augit ist meist nur unregelmässig ausgebildet und theilweise sehr zersetzt, der Analcim durch seine Klarheit ausgezeichnet.

Die Analyse des Boguschowitzer Gesteines (von Siegmund), welche Tschermak<sup>1)</sup> mittheilt, ergab die unter I aufgeführte Zusammensetzung, welcher unter II Fellner's<sup>2)</sup> Controlanalyse gegenübergestellt ist (G = 2·865).

<sup>1)</sup> Tschermak, Felsarten, a. a. O., S. 278.

<sup>2)</sup> Fellner, a. a. O. (citirt nach d. N. Jahrb., 1868, S. 207).



	I	II
$SiO_2$ . . . .	48·18	47·41
$Al_2O_3$ . . . .	11·80	18·65
$Fe_2O_3$ . . . .	9·79	} 10·21
$FeO$ . . . .	5·90	
$CaO$ . . . .	7·50	7·17
$MgO$ . . . .	6·05	5·06
$K_2O$ . . . .	1·57	2·06
$Na_2O$ . . . .	3·46	4·90
$H_2O$ . . . .	3·20	5·05
$P_2O_5$ . . . .	0·49	—
$Cl$ . . . .	Spur.	—
$CO_2$ . . . .	0·71	--
Summa . . . .	98·65	100·52

Tschermak berechnet aus I:

Labradorit circa . . . . .	40
Augit circa . . . . .	40
Analcim und Magnetit . . . . .	18
Apatit . . . . .	1·2

2. Die zweite Unterabtheilung bilden Gesteine, welche Hornblende und Augit in kleineren Individuen und Aggregaten von meistens minder regelmässiger Ausbildung enthalten, in welchen aber diese beiden Mineralien mehr als die Hälfte der ganzen Gesteinsmasse ausmachen. Es gehören hierher hauptsächlich mittel- und feinkörnige Felsarten. Nach dem Vorkommen der Hornblende theilen wir sie weiter ein und betrachten:

aa) Gesteine, welche Hornblende als wesentlichen Gemengtheil enthalten.

Die Structur derselben ist

a) eine ganz gleichmässig körnige.

Es ist an dieser Stelle zunächst ein sehr eigenthümliches Gestein zu besprechen, welches sich dicht bei der Stadt Neutitschein auf der Höhe des Steinberges, eines vielbesuchten Hügels mit reizender Aussicht auf die Stadt, findet, wo es zwischen dislocirten Sandsteinen auftritt. Das Gestein (das Vorkommen ist auf der Karte der k. k. geologischen Reichs-Anstalt nicht verzeichnet) fällt sofort

in's Auge durch die ausgezeichnet kugelige Absonderung, die es bei der Verwitterung zeigt. Die gesammte Aufschlussfläche zerfällt in die Durchschnichtsfiguren concentrisch schalig aufgebauter grösserer und kleinerer Kugeln, deren grösste aus einem noch homogenen Kern von 10—30 Centimeter Durchmesser und bis zu 22 Schalen von je  $\frac{1}{2}$ —1 Centimeter Dicke bestehen. Letztere lassen sich trotz ihrer Zerbrechlichkeit in grossen Stücken von einander ablösen; der noch frische Kern, wo solcher vorhanden, besitzt ein gleichmässiges, deutlich körniges Gefüge und im bergfrischen Zustande eine schöne dunkelschwarzgrüne Färbung, die sich beim Liegen an der Luft in eine mehr grünlichgraue verwandelt. Im frischen, unzersetzten Zustande ist das Gestein sehr zähe.

Im Dünnschliff zeigt sich der Kern zusammengesetzt aus grossen Krystallen der Hornblende und ebensolchen des Augites; letztere stehen an Zahl zurück und sind bereits ziemlich stark angegriffen; auch der Biotit ist durch einige grössere Individuen vertreten.

Dazwischen, Alles gleichsam verkittend, liegt ein mehr oder weniger zersetzter Plagioklas mit seinen Zersetzungsproducten Analcim, Natrolith und Calcit innig verbunden, ausserdem zahlreiche Magnetitkörner und nicht allzuviel Apatit. Feinere und mächtigere Spalten und Klüfte, welche das Gestein durchsetzen, sind mit feinfaserigem Aragonit erfüllt. Die braune Hornblende stimmt optisch mit der übrigen Vorkommnisse überein und ist im Gegensatz zu dem Augit völlig frisch; der letztere liefert hier zunächst chloritische Producte, welche die dunkle Färbung des Gesteines noch verdunkeln; wo er mit der Hornblende regelmässig oder unregelmässig verwachsen ist, documentirt er sich auch hier stets als der relativ ältere Gemengtheil.

Für die Kugelschalen gelingt es nur durch längeres Kochen in Balsam und Anwendung aller möglichen Vorsichtsmassregeln einen brauchbaren Dünnschliff zu erhalten.

Wesentlich sind es die eisenhaltigen Mineralien, die hier noch eine Veränderung erlitten haben, während die übrigen in Allem ziemlich mit denen des Kernes übereinstimmen. Die Hornblende zunächst hat ihr dunkles Braun in ein lebhaftes Rothgelb verwandelt, wohl in Folge einer beginnenden Oxydation des Eisenoxydules zu Oxyd, auch treten die Spalttrisse hier deutlicher hervor. Der Augit ist fast gänzlich verschwunden, die geringen noch vorhandenen Reste lassen mehrfach eine directe Umwandlung in Biotit beobachten, welcher

letztere sich hier ziemlich häufig findet. Aus welchen Gründen wenigstens für einen grossen Theil desselben eine secundäre Entstehung aus den Bestandtheilen des zersetzten Augites wahrscheinlich ist, wurde schon oben bei Besprechung des Augites dargelegt. Es ist ja dabei nicht nothwendig, dass sich der genetische Zusammenhang auch überall durch einen localen documentire, dass sich der Biotit stets an derselben Stelle bilde, wo sich ursprünglich der Augit befand, sondern es können ja Bestandtheile des letzteren hier in Lösung gebracht werden, um dort unter vielleicht irgendwie veränderten Bedingungen den Biotit abzuscheiden.

Weiter ist hier noch ein Gestein zu erwähnen, das in Söhla als Schotter Verwendung findet; ursprünglich war an diesem feinen körnigen Gemenge Hornblende wesentlich betheilig, sie ist jedoch ganz analog, wie es oben für den Augit beschrieben wurde, in eine grünerdeähnliche Substanz pseudomorphosirt, ebenso der in geringerer Menge vorhanden gewesene Augit. Dass hier die Mehrzahl der Pseudomorphosen auf Hornblende zurückzuführen ist, ergibt sich aus der sechsseitigen Form der Querschnitte, sowie den deutlich erhaltenen Spaltrissen, deren Verlauf in den letzteren eben so sicher, wie in den Längsschnitten noch zu erkennen ist.

Der Plagioklas ist hier, abgesehen von einer bräunlichen Trübung des Randes, gänzlich frisch, er ist zum Theil gestreift, zum Theil nicht, zeigt aber fast überall zonalen Aufbau, wobei jedoch die Differenz der Auslöschungsschiefen für die verschiedenen Zonen nur selten 6—8 Grad erreicht. Für die Kerne weist das optische Verhalten jedenfalls auf ziemlich kalkreiche Glieder hin. Analcim war nicht nachzuweisen.

Etwas Biotit, reichlicher Magnetit in relativ grossen Kryställchen und der überall vorhandene Apatit gesellen sich noch zu den genannten Mineralien hinzu.

Ein feinkörniges, ziemlich frisches Gestein von Cezimbra in Portugal reiht sich den eben besprochenen am passendsten an.

b) Die Structur des Gesteines ist eine porphyrtartige oder porphyrische durch eingesprenzte Hornblende; diese letztere bildet bald grössere Aggregate zum Theil xenomorpher Individuen, bald einzelne ganz automorphe Krystalle.

2) Porphyrische Hornblende in Aggregaten.

Es gehören hierher Gesteine von Paskau, am besten aufgeschlossen und am meisten charakteristisch ausgebildet direct unterhalb des Hügels Vinohrad (am Bahnwärterhaus Nr. 10); auf dieses Vorkommen bezieht sich die hier zu gebende Beschreibung.

Makroskopisch bietet das sehr zähe und feste Gestein ein phaneromeres Gemenge von lichtgrünlichem Feldspath mit dunklem, grünlichbraunem Augit; aus dieser sich auf weiteste Erstreckung gleichbleibenden Masse treten, etwa 1—1·5 Centimeter von einander entfernt, tiefschwarze, lebhaft glänzende Augen von Hornblende sehr deutlich hervor. Diese Varietät des Teschenites gehört zu den schönsten überhaupt vorkommenden.

Unter dem Mikroskop erkennt man die Augite als ziemlich regelmässig begrenzte, durch Vorwalten des einen Pinakoides und Zurücktreten, stellenweise völliges Verschwinden, des anderen, tafelförmig gestaltete Individuen, deren achtseitige, resp. sechseckige Querschnitte bei 0·5—1·5 Millimeter Breite, 2—3 Millimeter Länge erreichen. Die optischen Verhältnisse dieses Minerals entsprechen völlig dem oben für dasselbe im Allgemeinen gemachten Angaben. Glaseinschlüsse sind häufig. Die recht frischen, meist gestreiften Plagioklase mit einer Auslöschungsschiefe von nicht über 25 Grad zeigen deutlich zonalen Aufbau, wobei jedoch öfters mehrere Zonen, zuweilen der äusserste Rand und der innerste Kern, übereinstimmen; die Differenzen betragen höchstens 15—16 Grad für die Auslöschung der am weitesten abweichenden Zonen (+ 2 zu — 13 Grad) gegen  $\infty P \infty$ . So unzersetzt findet sich der Feldspath indessen nur da, wo Steinbruchsbetrieb die Gewinnung ganz frischen Materiales ermöglicht; wo das Gestein auch nur wenige Jahre dem Einfluss der Atmosphären ausgesetzt war, ist er bis auf verschwindende Reste in Analcim und Natrolith, zum Theil schon weiter in Calcit umgewandelt, so dass man kaum noch die Umrisse der ehemaligen Individuen zu erkennen vermag. Die Hornblende, deren Auftreten makroskopisch weit charakteristischer erscheint als mikroskopisch, zeichnet sich durch besonders tiefe Färbung und starken Pleochroismus aus, gleicht aber sonst optisch der übrigen Teschenite. Ihre einzelnen Individuen sind um ein Bedeutendes grösser als selbst die grössten des Augites, dabei schliessen sich noch meistens mehrere Hornblendekrystalle eng aneinander, wodurch dann die porphyrische

Structur noch mehr ausgeprägt wird. Die Hornblende umschliesst einzelne Augitkörner (weniger als in anderen Varietäten) und zahlreiche 0·15 Millimeter grosse Magnetitindividuen. Als Altersfolge der einzelnen Mineralien erhalten wir die Reihe: Apatit, Magnetit, Augit und Hornblende, Plagioklas, Zeolithe und Calcit.

Das specifische Gewicht des Gesteines wurde an einem möglichst frischen Fragment von 8·4 Gramm Gewicht mit Hilfe der Thoulet'schen Flüssigkeit<sup>1)</sup> zu 2·985 ermittelt.

β) Porphyrische Hornblende in einzelnen ganz automorphen Krystallen, Grundmasse kryptomer.

An dieser Stelle ist nur das einzige Vorkommen von Söhlä K zu erwähnen. — Auf der frischen Bruchfläche des Gesteins heben sich aus der dunkel grünlich-braunen kryptomeren Grundmasse schwarze, fast wie Glimmer glänzende Flächen scharf hervor.

Im Dünnschliff zeigt sich nun, dass zunächst die eben erwähnte Grundmasse einen vollkommen basaltähnlichen Habitus besitzt; kleine, vollkommen ausgebildete Augite mit zahlreichen Glaseinschlüssen, verkittet durch Analcim und Natrolith (Plagioklas ist nicht mehr zu erkennen), das Ganze durchsetzt von grossen, 0·12 Millimeter dicken Apatitspiessen und kleinen Magnetitoctaedern. Eine Verwechslung des Analcim mit Glas ist durch seine, wenn auch schwache Doppelbrechung ausgeschlossen, so dass man nur über die Natur weniger ganz isotroper Partien in Zweifel gerathen könnte. Auch ein grünliches, anscheinend secundäres Mineral findet sich sehr spärlich, die geringe Auslössungsschiefe berechtigt uns, es in die Reihe der Hornblende zu verweisen. In der so beschaffenen Grundmasse nun liegen die porphyrischen Einsprenglinge der basaltischen Hornblende, 1·4 bis 2·1 Millimeter lang und breit, untermischt mit wenigen gleich grossen von Biotit und ganz vereinzelt von Augit.<sup>2)</sup> Die Hornblende bildet Zwillinge nach beiden Gesetzen, sie enthält ausser wenigen Glaseinschlüssen nur solche von Apatit und Magnetit. — Das specifische Gewicht des Gesteines wurde zu 2·932 bestimmt (an 23·5 Gramm).

<sup>1)</sup> Das specifische Gewicht der Lösungen wurde in allen Fällen mittelst der Westphal'schen Wage bestimmt.

<sup>2)</sup> Grosse Aehnlichkeit mit diesem Vorkommnis besitzt das Handstück Nr. 717 der Freiburger Sammlung, ebenfalls von Söhlä, nur sind hier die kleinen Augitindividuen zum Theil vertreten durch grössere zonal aufgebaute Einsprenglinge, deren Inneres zuweilen ganz mit Glaseinschlüssen erfüllt ist.

bb) Gesteine, welche Hornblende mehr accessorisch enthalten.

Diese Gruppe lässt sich nicht füglich weiter eintheilen, da ihre Ausbildungsweise eine minder mannigfaltige ist und zwischen den einzelnen Typen, die etwa aufgestellt werden könnten, zu zahlreiche Uebergänge stattfinden. Daher mögen nur einige der wichtigsten aus dieser grossen Zahl von Gesteinen herausgegriffen werden.

Bei Dzingelau (A) findet sich eine Felsart, welche noch relativ viel Hornblende enthält; besonders bemerkenswerth ist dieselbe, weil sich in ihr die Umwandlung des Augit in Biotit, wie sie oben beschrieben wurde, besonders schön beobachten lässt, auch die parallele Umwachsung von Augit mit Hornblende findet sich gut ausgebildet. An einzelnen Stellen zeigt die Hornblende eine gewisse Neigung, sich ähnlich wie in dem Gestein von Vinohrad porphyrisch auszuscheiden. Der Feldspath ist sehr zersetzt, so dass sich eine Streifung kaum mehr constatiren lässt; doch besaßen die einzelnen Individuen eine relativ bedeutende Grösse, so dass zuweilen eines mehrere der kleinen Augite (0·8—1·2 Millimeter breit, 1·8—2·7 Millimeter lang) einzuschliessen im Stande ist. Letztere zeigen fast alle die Theilung in verschiedenfarbige Felder, welche schon im gewöhnlichen Lichte dem unbewaffneten Auge wahrnehmbar ist.

Ganz ähnlich, nur ärmer an Hornblende erscheint das Gestein aus dem Bache bei Punzau; der Feldspath zeigt noch Spuren einer Zwillingsstreifung; die Hornblende und zum Theil auch der Augit sind stark chloritisirt, es entstehen dabei zuweilen Gebilde, welche bei schwacher Vergrösserung leicht an Uralit denken lassen, bei stärkerer jedoch durch ihre ganz abweichende, bald mehr körnige, bald wirrfaserige Structur den Irrthum als solchen offenbaren. Erwähnung verdient hier noch der Apatit wegen seiner abenteuerlich gestalteten Querschnitte, welche mit völlig normalen wechseln.

Im Teufelsgrunde finden sich ebenfalls hierhergehörige mittel- und feinkörnige Gesteine. In einer gänzlich in Natrolith und Calcit umgewandelten Grundmasse liegen, etwa die Hälfte des Gesteines ausmachend, Augit und etwas Hornblende in zum Theil sehr unregelmässig begrenzten Körnern, fast durchgängig parallel miteinander in der oben ausführlich beschriebenen Weise verwachsen. Sonstige accessorische Gemengtheile, ausser Apatit und Magnetit, fehlen, nur hier und da findet sich noch etwas Biotit.

Auch das bei der Teufelsmühle anstehende Gestein gehört hierher. Der Augit bildet hier etwa drei Viertel des Ganzen, er ist von der gewöhnlichen Beschaffenheit; ausser ihm nehmen an der Zusammensetzung Theil: Hornblende, Biotit und Zeolithe, sowie Apatit und Magneteisen.

Von Söhlä ( $F_2$ ) erhielt ich, wie bereits oben erwähnt, durch die Güte des Herrn Professor Fischer in Freiburg ein Vorkommen, das ich selbst dort nicht in frischem Zustande aufgefunden hatte, wohl aber in einem gewissen Zersetzungsstadium (Söhlä B).

Das erstere Gestein zeigt ein mittelgrobes Korn und besteht aus gestreiftem Plagioklas mit einer Auslöschungsschiefe von circa  $19^\circ$  zu beiden Seiten der Zwillingenähte, wohl ausgebildeten Augitkrystallen, zum Theil regelmässig mit der ebenfalls vorhandenen Hornblende verwachsen, Apatit etc.

Die Erhaltung der Feldspathe ist meist eine gute (in Folge dessen tritt auch der Analcim mehr zurück), nur die bräunlich körnige Randpartie zeigt sich überall, besonders bei zonal struirten Individuen. Auch Augit und Hornblende sind ganz frisch, höchstens auf den Sprüngen beginnt eine kaum bemerkbare Umsetzung:

Der Apatit sinkt hier zum Theil zu Nadelchen von  $0.003$ — $0.02$  Millimeter Dicke und selten über 1 Millimeter Länge herab, ersetzt aber durch die Zahl derselben, was ihnen an Grösse abgeht. Der Titanit kommt in kleinen Kryställchen vor. Das Eigengewicht dieses Gesteines wurde an einem Scherben von  $7.4$  Gramm Gewicht zu  $2.964$  gefunden.

In dem bereits zersetzten Vorkommen von Söhlä B beobachtet man dem eben beschriebenen Gestein gegenüber folgende Veränderungen: 1. Der Augit ist in der pag. 22 ausführlich beschriebenen Weise pseudomorphosirt, ohne dass sich Reste des frischen Mineralen erhalten hätten. 2. Bei der Hornblende beginnt soeben die analoge Umwandlung, doch sind noch grosse Theile derselben in ihrem ursprünglichen Zustand vorhanden. 3. Der Plagioklas ist weiter zersetzt, und auf seine Kosten 4. die Menge des Analcim erheblich vergrössert; der letztere ist fast durchaus wasserklar und isotrop, er durchtränkt gleichsam das ganze Gestein. 5. In die Reihe der Gemengtheile tritt etwas Calcit.

Das specifische Gewicht wurde an zwei Stücken (von  $13.1$  und  $8.2$  Gramm) bestimmt zu  $2.791$  (respective  $2.787$ ).

Eine von mir im Institut des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. G. Wiedemann ausgeführte Analyse ergab die unter I verzeichneten Resultate, unter II füge ich die von Eitel ausgeführte Analyse des ähnlich zersetzten Gesteines von Kotzobendz <sup>1)</sup> bei, unter III die des letzteren nach Fellner. <sup>2)</sup>

	I	II	III
$SiO_2$ . . .	42·08	40·82	44·61
$Al_2O_3$ . . .	20·03	14·99	19·51
$Fe_2O_3$ . . .	7·61	4·78	—
$FeO$ . . .	—	5·84	9·28
$CaO$ . . .	10·62	11·31	9·94
$MgO$ . . .	3·52	4·85	2·31
$K_2O$ . . .	—	Sp.	0·67
$Na_2O$ . . .	4·50 <sup>3)</sup>	3·84	3·98
$H_2O$ . . .	4·54	3·91	10·23 <sup>4)</sup>
$CO_2$ . . .	5·51	8·94	—
$P_2O_5$ . . .	1·59	—	—
Summa . .	100·00	99·28	100·53

Derartige Gesteine, welche den Augit nur in pseudomorphisirtem Zustand enthalten, sind im Gebiete der Teschenite recht verbreitet, bei Marklowitz *B*, bei Zeislowitz, Mosty, Kotzobendz *C* und an anderen Punkten stimmen sie mehr oder weniger genau mit dem von Söhla *B* überein. Das Gestein von Marklowitz *B* ist dadurch charakterisirt, dass die meist kleinen, rundlichen Augite (resp. deren Pseudomorphosen) sich gerne zu kleinen Haufen zusammenschaaeren. Der Plagioklas bildet zwischen diesen ein netzartiges Gewirr schmaler Leisten von 0·06—0·1 Millimeter Breite und 0·6—0·8 Millimeter Länge; er zeigt deutliche Streifung.

Eine etwas ausführlichere Besprechung verdient nur noch die hierher gehörige Eruptivmasse von Kotzobendz *C*, welche in mancher Hinsicht interessant erscheint.

Das Gestein ist senkrecht zur Berührungsfläche mit dem aufliegenden Schiefer in unregelmässige Säulen von 10—50 Centimeter Dicke zerklüftet; wie weit sich diese Zerklüftung in die Tiefe fortsetzt,

<sup>1)</sup> Tschermak, Felsarten, a. a. O.

<sup>2)</sup> Fellner, a. a. O., citirt nach d. Neuen Jahrbuch, 1868, S. 207.

<sup>3)</sup> Aus der Differenz.

<sup>4)</sup> Wohl = „Glühverlust“, also  $H_2O + CO_2$ .



konnte nicht festgestellt werden, da die Aufschlüsse nur 6—8 Meter hinabreichen, bis wohin dieselbe deutlich zu verfolgen ist. Eine spätere Verwerfung von  $1\frac{1}{2}$  Meter Sprunghöhe schneidet die Richtung der Säulen unter einem sehr spitzen Winkel. Es werden hier zwei Steinbrüche betrieben, welche hauptsächlich Strassenschotter liefern; der untere bildet einen offenen Tagebau, während in dem am Abhange weiter hinauf gelegenen nur das Eruptivgestein gewonnen wird, indem man die Schieferdecke durch einige in gewissen Zwischenräumen stehen gelassene Gesteinssäulen stützt. An der Decke und am Boden gewähren dann die abgebrochenen Säulenenden das Bild eines unregelmässigen Steinpflasters.

Im Handstück besitzt das Gestein ein ziemlich homogenes Ansehen, die matte graue Masse wird nur durch einige glänzende, deutliche Zwillingsstreifung zeigende Feldspathspaltungsflächen unterbrochen. Unter dem Mikroskop gewahrt man (bei günstig gewählten Stücken), dass der Plagioklas, obwohl sein optischer Charakter mit dem der bisher beschriebenen Vorkommnisse übereinstimmt, hier ganz frisch erhalten ist, besser als in irgendwelchem der anderen Teschenite. Die Streifung erreicht selten eine grosse Feinheit, auch kommen ganz einheitliche Individuen vor. Der Augit dagegen ist völlig zersetzt, die Hornblende, von welcher überhaupt nur wenig vorhanden war, ebenso. Accessorisch sind Biotit, relativ viel Titan-eisen mit Leukoxen und Apatit in sehr feinen, zum Theil bündelförmig aggregirten Nadelchen; auch primärer Titanit findet sich.

---

Auf den eigenthümlichen Umstand, dass es in so ähnlich zusammengesetzten, auf einem so beschränkten Gebiet vereinigten Gesteinen doch bald dieses, bald jenes Mineral ist, das bei der Zersetzung den Anfang macht, ja ihr mitunter allein unterliegt, wurde schon oben hingewiesen und versucht, diese Erscheinung durch die verschiedene Natur der an den verschiedenen Punkten wirksamen oder wirksam gewesenen Agentien zu erklären.

---

Bevor wir uns zu den Gesteinen mit ophitischer Structur wenden, muss noch kurz bei den Contactformen der bis jetzt betrachteten verweilt werden.

Charakteristisch für dieselben erscheint das Auftreten des Olivin in der äussersten Contactzone, während er schon in geringer

Entfernung (25—50 Centimeter) vom Contact fast gar keinen Antheil mehr an der Zusammensetzung des Gesteines hat.

Wir betrachten das Contactgestein von Marklowitz *A*, welches dem wesentlich augitführenden Teschenit entspricht. Von dem normalen, oben beschriebenen Gestein ausgehend, bemerken wir folgende Veränderungen:

In geringer Entfernung (etwa 1 Meter) von der Abkühlungsfläche wird das Korn des Gesteines merklich feiner, seine Farbe dunkler, im Dünnschliff sieht man hie und da einen serpentinisirten Olivin, die Menge der Hornblende nimmt zu, die „Ergänzung“ des Augites durch sie erscheint allenthalben in grosser Regelmässigkeit; in der nächsten Nähe des Contactes wird dann das Gestein sehr feinkörnig und hier bildet der zersetzte Olivin etwa 10—15 Percent der gesammten Gesteinsmasse. Stücke, welche ganz mit dieser Bildung von Marklowitz übereinstimmen, so dass ohne die Etiquette die Dünnschliffe kaum zu unterscheiden sein würden, finden sich ganz vereinzelt bei Dzingelau *B* und im Teufelsgrund als Lesesteine; auch sie dürften für Contactgebilde zu halten sein, da sonst nirgends Aehnliches in dieser Gegend vorkommt.

Ueber den Contact von Boguschowitz *A* lässt sich nicht viel mehr sagen, als dass auch hier das Korn ein feines wird und Olivin, dieser in geringerer Menge, sich einstellt; der Titanit ist hier recht häufig im Vergleich zu anderen Vorkommen; im Uebrigen ist Alles so zersetzt, dass sich kaum die Contactgrenze sicher erkennen lässt. Das Vorhandensein eines (secundären) lichten Glimmers wurde schon oben erwähnt (pag. 34).

#### b) „Ophitisch“ struirt Gesteine.

Als „ophitisch“ bezeichnen wir nach dem Beispiel der französischen Forscher die Structur derjenigen Gesteine, in denen die (leistenförmigen) Feldspathe früher zur Ausscheidung gelangten als die Bisilicate, so dass erstere automorph, letztere dagegen xenomorph ausgebildet erscheinen. Es ist dies die Structur, welche incorrect wohl auch als diabasische bezeichnet wird; incorrect, weil für die Diabase zwar diese Ausbildungsweise die gewöhnlichere, die andere sogenannte granitoidische aber ebenfalls möglich und vertreten ist.

Bemerkenswerth ist es jedenfalls, dass unter den betrachteten Gesteinen auch solche mit vollkommen ophitischer Structur mehrfach

vorkommen, umsomehr, als Macpherson's Teschenit vom Fort Alqueidao ebenfalls hierher zu gehören scheint (leider stand mir von diesen letzteren kein Material zu Gebote). Macpherson<sup>1)</sup> sagt von denselben: „La roche du fort Alqueidao est très-intéressante. L'amphibole disparaît tout à fait, tandis que le pyroxène prend un facies tout à fait diabasique etc. Cette roche paraît donc former un type intermédiaire entre les teschenites et les roches diabasiques de la contrée.“

Tschermak und Rosenbusch erwähnen Beide diese Art der Ausbildung von den Teschener Gesteinen, ohne sie jedoch besonders zu betonen, eine vollständige Vereinigung Beider Structurtypen ist indessen hier kaum durchführbar; denn wenn auch unsere petrographische Nomenclatur sich in allererster Linie auf bestimmte Mineralcombinationen bezieht, so darf doch ein Structurgegensatz, wie der vorliegende, der auf ganz verschiedene Verhältnisse bei der Festwerdung der fraglichen Gesteinskörper hinweist, auch nicht mit Schweigen übergangen werden.

Gesteine mit ophitischer Structur finden sich bei Kalembitz, Boguschowitz B, Ellgoth B und C, Zernanitz, Schöbischowitz.

Dieselben stimmen untereinander so vollkommen überein, dass sie in einer gemeinsamen Beschreibung zusammen behandelt werden können.

Ein Punkt von grosser Wichtigkeit ist es zunächst, dass sich in keinem dieser Gesteine Hornblende nachweisen lässt<sup>2)</sup>; es würde dieses schon oben in der Eintheilung zu betonen gewesen sein, wenn nicht möglicherweise ein Theil der in allen diesen Gesteinen reichlich in grösseren Partien vorhandenen chloritischen Mineralien seine Entstehung etwa vorhanden gewesener Hornblende verdanken könnte. Mikroskopisch liess sich bis jetzt durchaus kein Beleg hierfür beibringen, makroskopisch dagegen scheint eine eigenthümliche Vertheilung der chloritischen Substanz in den Gesteinen von Kalembitz und Ellgoth C hierauf hinzuweisen; dieselbe bildet hier bis zolllange garbenähnliche, an den Rändern ganz unbestimmt begrenzte Aggregate, welche vielleicht ehemals vorhandenen Hornblendesäulen entsprechen und zum Theil strahlig angeordnet sind. Unter dem Mikroskop zeigen sie stellenweise eine gewisse Parallelfaserung, aber keine

<sup>1)</sup> Macpherson, a. a. O., pag. 295.

<sup>2)</sup> Vergl. die eben citirte Stelle von Macpherson.

Spur von Hornblenderesten. Aufschluss über diese Frage wird vielleicht zu erwarten sein, wenn es gelegentlich einer Wiederaufnahme des Kalembitzer Bruches gelingt, dort unzersetzteres Material aus grösserer Tiefe zu erhalten.

Sollte die Hornblende in der That gar keinen Antheil an diesen Gesteinen haben, so würden sie wohl jedenfalls ganz von der Gruppe der Teschenite abzutrennen sein, ein Vorgehen, das auch sonst vielleicht nicht unberechtigt wäre; man hätte dann hier ein neues Vorkommen cretaceischer (dieses Alter derselben als das richtige vorausgesetzt) Diabase.<sup>1)</sup>

Der Plagioklas zeigt meist zonalen Aufbau und dieser spricht sich hier gewöhnlich noch deutlicher als durch das optische Verhalten durch die verschiedene Zersetzung der einzelnen Zonen aus. Der Kern ist gewöhnlich stark angegriffen und in manchen Vorkommnissen (Ellgoth *B*) ganz mit chloritischen Massen und Calcit erfüllt, ähnlich zuweilen auch eine weiter nach aussen gelegene Zone.

Stellenweise schliesst sich an die äusserste meist bräunlich körnelige Zone noch ein lappig ausgebogener Rand von klarer Feldspathsubstanz, vielleicht, wie schon oben erwähnt, secundärer Natur, an. Ueber den Augit ist schon oben (pag. 21) das Nöthige gesagt worden, er stimmt völlig mit dem vieler Diabase überein; wo er zersetzt wird, liefert er chloritische Producte, doch scheint es mit Rücksicht auf die grosse Menge noch ganz frischen Augites nicht eben wahrscheinlich, dass deshalb nun die bedeutende Masse der gesammten chloritischen Substanzen sich von diesem Minerale herleiten möchte. Die auch in Diabasen gewöhnliche Erscheinung, dass mehrere in der Schliffebene durch Plagioklasleisten getrennte Augittheile dieselbe Orientirung besitzen, weil sie einem Individuum angehören, ist nicht selten zu beobachten.

Die Individuen des Apatit erreichen selten dieselbe Grösse wie etwa in dem Gestein von Marklowitz *A*, sind aber in ausserordentlicher Zahl vorhanden; die Erze werden durch Titaneisen in grossen glänzenden Lamellen und Pyrit vertreten. Die chloritische Substanz gehört jedenfalls mehreren Mineralien an, wie ihre sehr wechselnde Mikrostructur und das optische Verhalten beweist. Der Analcim findet

<sup>1)</sup> In Bosnien kommen nach v. Mojsisovicz Diabase vom Alter der cretaceischen Flyschbildungen vor. Mojsisovics, Tietze und Bittner, Grundlinien der Geologie von Bosnien und Herzegovina, 1880, pag. 275.

sich in nur geringer Menge, Theile des Feldspathes ersetzend, ebenso der Natrolith und Calcit, letzterer zuweilen häufiger. (Bei diesen wie bei den schon besprochenen Gesteinen muss es zweifelhaft bleiben, ob nicht hie und da auch ein Körnchen Quarz mit unter den übrigen Zersetzungsproducten enthalten ist.)

An den Contacten erscheint auch dieses Gestein vollkommen dicht, ist aber überall so mit Calcit und anderen Umwandlungsproducten erfüllt, dass nur wenig noch erkennbar bleibt. Auch hier ist der Olivin endomorphes Contactmineral, zwar ganz durch Calcit ersetzt, aber an seiner typischen Gestalt kenntlich. Ausserdem sind feine Biotitlamellen und Körner von Magnetit reichlich vorhanden, ohne dass ihre primäre oder secundäre Natur erkannt werden könnte.

Die exomorphen Contacterscheinungen konnten nicht mit in den Kreis der Untersuchung gezogen werden, um deren Umfang nicht noch mehr zu erweitern.

## B. Olivingesteine.

Olivinreiche Gesteine des Teschenitgebietes waren es, für welche Tschermak 1866 wegen ihres hohen Magnesiagehaltes den Namen Pikrit einführte, doch erweisen sich diese Originalpikrite durch den scharfen Gegensatz der Olivineinsprenglinge gegen eine mehr oder minder feinkörnige bis dichte Grundmasse ziemlich wesentlich abweichend von dem, was jetzt unter dieser Bezeichnung gewöhnlich verstanden wird. Der Grund dafür scheint in Folgendem zu liegen:

„Wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem Pikrit,“ d. h. wohl wegen ihrer ähnlichen chemischen Zusammensetzung, nannte G ü m b e l gewisse paläolithische Eruptivgesteine des Fichtelgebirges „Paläopikrite“ und diese Gesteine, in allen Sammlungen verbreitet (da sie ausser im Fichtelgebirge auch im Nassauischen und an anderen Punkten vorkommen), wurden nun als typische Pikrite angesehen, umsomehr seit Rosenbusch<sup>1)</sup> alle hierher gehörigen Gesteine unter diesem Namen zusammenfasste, ohne, da dies ja auch bei anderen vortertiären Gesteinen nicht üblich sei, auf das höhere oder geringere Alter Rücksicht zu nehmen. Zufällig kommt nun bei Teschen ein Gestein vor, das, wie auch Rosenbusch<sup>2)</sup> angibt, „mit den paläolithischen Pikriten absolut identisch ist.“

<sup>1)</sup> *Massige Gesteine*, pag. 527.

<sup>2)</sup> *Ebenda*, pag. 530.

Dieses Gestein, 1875 von Möhl als Olivinfels von Ellgoth an der Olsa beschrieben, steht an dem von mir als Allodial Ellgoth A bezeichneten Punkte zusammen mit Tescheniten an, ist jedoch, wie mir Herr Hofrath Tschermak auf meine Anfrage freundlichst mittheilte, nicht (wie Möhl<sup>1)</sup> angibt) identisch mit dem von ihm als zersetzter Teschenit von Ellgoth<sup>2)</sup> beschriebenen Gestein.

Dieses Vorkommnis ist ein echter Pikrit in dem heute allgemein gebräuchlichen Sinne, in dem von Rosenbusch's Physiographie der massigen Gesteine, nicht aber im ursprünglichen Sinne, denn für die zuerst von Tschermak so benannten Gesteine von Söhla, Freiberg, Hotzendorf etc. besteht allerdings in gewisser Weise Möhl's Behauptung zu Recht, sie sind ihrer Structur nach eigentlich nichts als sehr olivinreiche Basalte (resp. Melaphyre, wenn vor-tertiären Alters).

Legte doch Tschermak selbst einiges Gewicht auf ihre Basalt-ähnlichkeit und stellte sie<sup>3)</sup> in einen gewissen Gegensatz zum Lherzololith, Dunit und Olivinfels, denen doch die heute sogenannten Pikrite ziemlich nahe stehen.

Wir betrachten zunächst den

#### a) Pikrit von Ellgoth.

An der Zusammensetzung dieses Gesteines betheiligen sich etwa zu je  $\frac{1}{8}$  Olivin mit erkennbarer Krystallbegrenzung und eine serpentinenähnliche Substanz, im Uebrigen heller Augit, Hornblende, Biotit, Magneteisen und Apatit; als Seltenheit erwähnt Möhl zwei kleine (0·13 Millimeter lange) Plagioklasindividuen. Der Olivin, häufig von anderen Mineralien eingeschlossen, bietet die gewöhnlichen Serpentinisierungs-Erscheinungen mit Maschenstructur, Ausscheidung von Magnetit etc., dar; er ist grossentheils noch recht frisch. Die grüne, recht homogen erscheinende Serpentinzwischenmasse zeigt eine sehr gleichmässige, auf äusserst feinschuppige Structur deutende Aggregatpolarisation.

Der schwach dichroitische Augit bildet grosse, oft mehrfach durchbrochene Partien. Die Hornblende ist sehr stark dichroitisch, ihr Auftreten das des Augites; der Biotit ist durch seine lebhaft

<sup>1)</sup> Möhl, N. J. 1875, pag. 694 und 700.

<sup>2)</sup> Tschermak, Felsarten, a. a. O., pag. 281.

<sup>3)</sup> Tschermak, Felsarten, a. a. O., pag. 285.

rostbraune Färbung ausgezeichnet, seine vielfach von anderen Mineralien durchlöcherten Individuen fallen schon bei der makroskopischen Betrachtung des Handstückes durch ihren lebhaften Glanz auf.

Apatit ist ziemlich häufig; Feldspath konnte ich nicht auf finden.

#### b) Basaltähnliche Gesteine.

Je nachdem einmal das geologische Alter dieser Gesteine definitiv festgestellt werden wird, werden dieselben bei den Basalten oder bei den eigentlichen Pikriten als porphyrische Formen derselben Unter kommen suchen müssen; das erstere erscheint wohl als das Wahrscheinlichere, wenigstens für einen grossen Theil derselben. Ueber die einzelnen Vorkommnisse ist nicht viel zu bemerken; mir standen solche von Söhla, aus dem Bruche auf dem Weinhübel bei Freiberg, von Kojetein und vom Sabineck bei Braunsberg zu Gebote. In dem Gestein von Söhla findet sich die grösste Menge des Olivin in grossen Krystallen, welche allenthalben in typischer Weise von Serpentinadern mit ausgeschiedenem Magneteisen durchzogen werden, aber noch sehr viel frische Substanz enthalten. In einem namentlich in etwas dicken Präparaten scharf hervortretenden Gegensatz zu ihnen steht die dunkle Grundmasse, aus kaum  $\frac{2}{3}$  Millimeter grossen (die Olivine messen bis 7 und 8 Millimeter in der Länge) Individuen von Augit und Hornblende mit wenig Biotit wesentlich zusammengesetzt. Apatit fehlt in derselben fast gänzlich, ebenso auch jede Spur eines Feldspathes; dagegen finden sich vereinzelt isotrope, farblose bis lichtgelbliche Partien, meist sehr zierlich von einem Kranze doppeltbrechender Blättchen eingefasst, die wohl als Glas zu betrachten sind, durch dessen Zersetzung sich das doppeltbrechende Mineral wohl bildete, wenn es sich nicht etwa um primäre Entglasungsproducte handelt; wo die Blättchen radial gruppirt sind, zeigen sie zwischen gekreuzten Nicols Interferenzkreuze.

Das Gestein vom Weinhübel zeichnet sich dem vorigen gegenüber durch sehr wechselnde Grösse der Olivine aus, die von 1—16 Millimeter Länge und bis 10 Millimeter Breite sich finden; dieselben sind meist sehr zersetzt. Die am stärksten serpentinisirten und zum Theil durch Magnetit dunklen Theile in der Nähe der Querrisse hielt Madelung für Einschlüsse der Grundmasse.<sup>1)</sup> Die

<sup>1)</sup> Madelung, Metamorphosen, a. a. O.

letztere ist hier vollkommen basaltähnlich, ein dichtes Gewirr von im Durchschnitt nur 0·1—0·15 Millimeter langen Augitkryställchen, der nur geringe, zwischen ihnen bleibende Raum durch ein fast farbloses Glas erfüllt, das zuweilen selbst etwas zersetzt erscheint; der Magnetit bildet einzelne kleine Körner, auch Biotit lässt sich nachweisen, aber nur in ganz vereinzelt Blättchen. Einzelne runde Hohlräume des Gesteins sind mit sehr zierlich strahlige angeordneten Blättchen einer serpentinähnlichen Substanz erfüllt.

Minder reich an Olivin sind die noch zu erwähnenden Gesteine vom Sabine und von Kojetein. Ersteres ist seiner Structur nach ein ganz typischer Basalt, enthält neben den kleinen Augiten der Grundmasse auch noch grössere, schön zonale Einsprenglinge desselben Mineralen. Olivin bildet viele kleine Individuen, die alle völlig serpentinisirt sind. Ausser reichlichem Glas sind zwischen den Augiten einzelne schwach doppeltbrechende Stellen vorhanden, die möglicherweise zersetzten Nephelin darstellen mögen.

Noch häufiger finden sich solche anisotrope Partien in dem schwarzen Mandelstein von Kojetein; nach Behandlung mit Salzsäure werden sie durch Fuchsin gefärbt, ebenso aber auch Theile, welche völlig einfachbrechend sich erwiesen hatten. Bei der starken Zersetzung, welche das Gestein erfahren, wird sich die anscheinend minder wichtige Frage, ob ursprünglicher Nephelin, ob zeolithisirtes Glas hier vorliegt, wohl überhaupt nicht mit Sicherheit entscheiden lassen. Der Magnetit bildet sehr regelmässige Skelette. Hornblende und Biotit kommen neben dem Augit vor, erstere in paralleler Verwachsung mit ihm. Die grösseren Augiteinsprenglinge zeigen meist schön zonale Structur.

Die sehr zahlreichen, bis 2 und 3 Millimeter und mehr erreichenden Calcitmandeln sind theils scharf gegen die Gesteinsmasse abgegrenzt, theils ragen einzelne Augit- (und Hornblende-) Krystalle weit in dieselben hinein.

Erwähnung mögen hier noch finden: Das Muttergestein der bekannten Pseudomorphosen des Olivin von Hotzendorf<sup>1)</sup> (die

<sup>1)</sup> Nach Madelung enthalten dieselben sehr wechselnde Mengen (31—42 Procent)  $CaCO_3$  neben wasserhaltigen Silicaten; in der Ausbildung stimmen meine Exemplare völlig mit der von Madelung abgebildeten Combination ( $\infty P_\infty$ ,  $\infty P$ ,  $2 P_\infty$ ,  $P_\infty$ ,  $\infty P_2$ ,  $0 P$ ,  $4 P_\infty$ ) überein, die Individuen erscheinen tafelförmig durch Vorherrschen von  $\infty P_\infty$  oder sechsseitig säulenförmig, wo dies mit  $\infty P$  im Gleichgewicht.



beiden daselbst im Bache anstehenden zersetzten Gesteine enthalten ebenfalls viel Olivin, stehen aber anscheinend gewissen Tescheniten näher als den hier besprochenen Gesteinen), das ebenfalls basaltischer Natur ist, und ein ganz zersetzter Mandelstein von Kotzobendz B, der sowohl in den rundlichen ursprünglichen Hohlräumen, wie auch als Ausfüllung der bei der Zersetzung des Olivin entstandenen sechsseitigen einen röthlichen Zeolith und Calcit enthält.

Dass die „Pikrite“ hier eine bei weitem kürzere Behandlung gefunden haben, als die „Teschenite“, hat seinen Grund einerseits in der geringeren Verbreitung derselben in dem untersuchten Gebiet und ihrer geringeren Mannigfaltigkeit, andererseits aber auch darin, dass ursprünglich nur eine Bearbeitung des „Teschenites“ beabsichtigt wurde, so dass auch die Excursionen sich wesentlich nach dessen Aufschlüssen richteten.

---

### Geologische Verhältnisse.

Gerade für die betrachteten Gesteine ist die Frage nach ihrem geologischen Alter von grösster Wichtigkeit und entscheidend für ihre Selbstständigkeit im System der massigen Gesteine.

Gegenwärtig kann wohl die von Hohenegger und Tschermak vertretene, von Madelung angegriffene Auffassung als allgemein angenommen betrachtet werden, dass diese Gesteine der älteren Kreidezeit angehören; Madelung dagegen verlegt ihre Eruptionszeit in das jüngere Eocän. Da eine sorgsame Würdigung der von beiden Seiten aufgeführten Gründe zu keiner Entscheidung führt — denn auf beiden Seiten sind es wesentlich negative Beobachtungsergebnisse, auf welche die Schlüsse sich stützen — so war meine grösste Aufmerksamkeit auf alle hierher gehörigen Verhältnisse gerichtet, ohne dass ich indessen zu einer Lösung dieser Frage zu gelangen vermochte. Eine solche erfordert jedenfalls ein sehr ausführliches Studium aller Vorkommnisse und eine geologische Detailkenntnis der ganzen Gegend, wie sie sich nicht durch einige Excursionen erwerben lässt. Dennoch sei es mir gestattet, das Wenige, das ich auf diesem Gebiete erreichen konnte, hier mitzuthellen; soll ja doch die ganze Untersuchung nur einen Beitrag zur Kenntnis der schlesischen Eruptivgesteine bilden.

Was die Vorkommnisse im Eocän betrifft, so war in Pogwisdau der ganze ehemalige Aufschluss so verstürzt und zerstört, dass sich hier nichts mehr feststellen liess.

In Bezug auf den Suchy- und Kopetnybach dagegen, die ich nicht selbst besuchen konnte, bestätigten mir Herr Schichtmeister Waluscik und Herr Steiger Gaidzitza die Angabe Tschermak's, dass hier das Eruptivgestein nur auf der Sohle des Baches, durch diesen selbst blossgelegt, sich finde, so dass also in der That bis jetzt nirgend eine Durchbrechung des Eocän, welches doch in diesen Gegenden so verbreitet ist, von Seiten des Teschenites nachgewiesen ist, ein Umstand, welcher für das vortertiäre Alter derselben schwer in's Gewicht fallen muss. Dagegen scheinen die basaltähnlichen Gesteine bei Freiberg und Neutitschein auch das Eocän zu durchbrechen und also vollen Anspruch auf die ihnen anfangs von dem ersten gründlichen Erforscher dieser Gegenden, von dem so überaus verdienten Hohenegger, zuerkannte Bezeichnung als Basalte zu haben. Der genannte Forscher wies dabei <sup>1)</sup> auch besonders auf die andere, grössere Basaltberge erinnernde Kegelform des Weinhübels hin.

Für die eigentlichen Teschenite ergab sich überall, wo ihr Contact im Hangenden aufgeschlossen war, dass sie nicht gleichalterig mit den Schichten sind, in welchen sie auftreten (oberes Neocom), sondern jünger als diese, auch da, wo sie nicht als Gänge, sondern als Lager auftreten; die Contacte liefern hierfür den Beweis. Selbst wenn alle exomorphen Contactwirkungen sich nach Tschermak lediglich durch spätere Infiltration von Silicaten erklären lassen, so beweisen doch die schmalen endomorphen Contactzonen, welche unzweifelhaft nachzuweisen sind, dass das Eruptivgestein an der betreffenden Stelle jünger ist, als die hangenden Sedimente. Das Massengestein muss dauernd von den schützenden Schiefern etc. bedeckt gewesen sein, sonst wäre die äusserste Contactzone in kürzester Frist der Zerstörung anheimgefallen. Es scheint, dass ein sorgsames Beachten dieser endomorphen Contacterscheinungen das relative Alter einer Eruptivmasse gegen Sedimente schon im Felde mit grösserer Leichtigkeit und Sicherheit zu bestimmen gestatten wird, als Schichtenstörungen in einer Gegend, in welcher, wie in Schlesien, überhaupt (abgesehen von den jüngeren Tertiärbildungen) keine Schichte frei von diesen ist. Selbst die mechanische Lostrennung

<sup>1)</sup> In Haidinger's Mittheilungen von Freunden etc., VI, 1850, pag. 114.

von Schieferfragmenten und Einhüllung derselben im Teschenit, wie ich sie in einem Fall bei Ellgoth *C* beobachten konnte, dürfte kaum die gleiche Sicherheit gewähren, da hier immer noch an nachträgliche Verquetschungen der festen Gesteine gedacht werden könnte.

Dass die Teschenite auf ihre bisherige Stellung im petrographischen System verzichten müssen, ergab sich uns bereits oben aus dem Fehlen des Nephelin. Es wird wesentlich von der geologischen Altersbestimmung abhängen, ob sie zu der Gruppe der Diorite und Diabase oder zu der der Hornblende- und Augitandesite in nähere Beziehung zu setzen sind; einstweilen scheint mir das erstere wahrscheinlicher zu sein.

Eine gewisse Sonderstellung aber wird ihnen auch innerhalb einer dieser Gruppen stets bleiben, da schon ihre grosse Basicität, welche sich nach approximativen Rechnungen nicht allein durch die stattfindenden Zersetzungen erklären lässt, für keine derselben dem normalen Verhältnis entspricht.

Von einer eigentlichen Definition einstweilen absehend, können wir bis jetzt als Eigenthümlichkeiten der Teschenite aufführen: ihre grosse Basicität — die Combination meist kalkreicher Plagioklase mit Augit und Hornblende, wobei die letzteren beiden fast völlig gleichmässig erscheinen — das allgemeine, regelmässige Auftreten des Analcim als Umwandlungsproduct der Plagioklase — die grosse Neigung der Bisilicate zur Pseudomorphosenbildung — schliesslich ihr postneocomes Alter, das allerdings bis jetzt nur für einen Theil derselben positiv nachgewiesen ist.

Keine dieser Eigenthümlichkeiten kommt den Tescheniten allein zu, in ihrer Gesamtheit aber finden sich dieselben wohl nur hier vereinigt. Zweckmässig würde man vielleicht noch die nichtophitische Structur hier mit aufführen und dadurch die unter *b*) pag. 51 beschriebenen Gesteine ganz ausschliessen. Die Gruppe der ohnehin so variablen Teschenite würde dadurch eine weit geschlossenere werden.

Die genannten Gesteine würden dann den cretaceischen Diabasen zuzuweisen sein, während die eigentlichen Teschenite sich überhaupt nicht ohne Widerstreben in die übliche Tabelle der massigen Gesteine einfügen lassen, welche auf das Vorwiegen von Augit oder Hornblende Gewicht legt; sie können weder dem Diabas, noch dem Diorit zugerechnet werden, sondern müssen vielmehr ihren Platz auf der

Grenzlinie zwischen beiden finden. Doch sind derartige, immerhin seltene Zwischenglieder zwischen weit verbreiteten Gesteinstypen gewiss nicht im Stande, die Berechtigung jener Tabellengliederung zweifelhaft zu machen.

### Anhang.

#### 1. „Teschenite“ des Kaukasus.

Das Material, das ich zur Untersuchung der von Tschermak beschriebenen Teschenite der Gegend von Kutais benützen konnte, stammt von vier Fundpunkten: Durch Herrn G. Radde, Director des Musée d'histoire naturelle et d'ethnographie du Caucase in Tiflis, erhielt ich vier Proben von Tescheniten aus dem genannten Museum mit der Fundortsangabe „Opurtschkheti“, bezeichnet mit den Nr. 1511—1514. Von Herrn Geh. Rath Abich in Wien erhielt ich ferner zwei Proben, die eine mit der Bezeichnung „Tschiquisinta“; über den Fundort der anderen theilte mir derselbe freundlichst das Folgende mit: „Das Gestein tritt an einer geologisch bedeutsamen Verengung des Zitellizchali-Thales, auf dem kürzesten Wege von Kutais nach dem Kohlenbergwerk von Tqibuly, 40 Werst von ersterem Orte auf. Die Thalstelle heisst Idumala, der nächste Ort Tamaruzvuli. Der Durchbruch ist ein gangförmiger von grosser Mächtigkeit und schien der Streichungslinie benachbarter kohlenführender Schichten von  $O. 12^{\circ} S.$  mit Einfallen  $23^{\circ} S.$  am Flüsschen Seruli bei dem Dorfe Nabosluri zu entsprechen.“ Da auch diese Gesteine wenig Uebereinstimmung mit denen von Teschen zeigten, wandte ich mich schliesslich noch an Herrn Erneste Favre in Genf, von dem auch Tschermak sein Material erhalten hatte.

Derselbe übersandte mir gütigst eine Probe: „pris à Kursevi, à 12 verstes au nord de Kutais et à 2 verstes au nord de ce village.“

Bei der mikroskopischen Untersuchung ergab sich nun, dass die drei Vorkommnisse Opurtschkheti 1511, Idumala und Kursevi vollkommen bis in's kleinste Detail übereinstimmen, während die übrigen einige Abweichungen zeigen. Betrachten wir zunächst jene drei:

Das Gestein ist, wie es auch Tschermak schildert, licht gefärbt, phanokrystallin, aber kryptomer und in dieser lichtgrauen Masse finden sich zahlreiche dunkle Punkte und Flecken. Die lichten Partien

bestehen aus einem ganz feinkörnigen Aggregat von Plagioklas-krystallen und Kryställchen mit deutlicher Streifung, die Auslöschungsschiefe beträgt, wo sie nach beiden Seiten der Zwillingsstreifung gleich gross ist, bis zu  $25^\circ$ , meist aber nur  $12\text{--}17^\circ$ . Zonale Structur lässt sich nur stellenweise erkennen. Zwischen einzelnen Feldspathen bildet Analcim wasserklare Partien, besonders aber auch grössere, makroskopisch deutlich sichtbare, leicht mit Quarz zu verwechselnde Körner; derselbe ist sehr vollkommen isotrop. Als dritter farbloser Gemengtheil findet sich in nicht allzugrosser Menge Apatit. Den Nephelin konnte ich, wie schon oben bemerkt, auch hier nicht entdecken. Unter den dunkel gefärbten Gemengtheilen nennt Tschermak den Augit, unter Erwähnung seiner unregelmässigen vielfach zerrissenen Gestalten, Magnetit und Pyrit, Chlorophaeit und bräunliche, radial gestellte Blättchen; alle diese Mineralien finden sich auch in meinen Schliffen, ob jedoch der Chlorophaeit hier sicher zu bestimmen ist, möchte fast zu bezweifeln sein; ebenso muss auch seine Abstammung von Olivin einstweilen noch Hypothese bleiben.

In dem Gesteine 1512 von O p u r t s c h k h e t i, das in allem Uebri-gen mit der eben gegebenen Schilderung übereinstimmt, finden sich noch zahlreiche unregelmässig contourite Durchschnitte, welche einem allerdings noch sehr frischen Olivin anzugehören scheinen; dies Gestein ist überhaupt noch sehr wenig zersetzt, denn auch die Plagioklase zeigen sich durchweg frisch; ihre Streifung ist eine sehr deutliche und bei vielen Individuen lässt sich ein scharf begrenzter Kern unterscheiden, dessen Auslöschungsschiefe die der Randzone um circa  $10^\circ$  übertrifft. Analcim findet sich dementsprechend nur wenig, wofern nicht sogar ein Theil der isotropen Substanz ein farbloses Glas darstellt, in welchem Falle er hier fast ganz fehlen würde.

Das Gestein von T s c h i q u i s i n t a gleicht den zuerst beschriebenen ebenfalls fast völlig, nur dass sich hier die chloritischen Producte in grösserer Menge finden. Besonders die bräunlich-grünen, sich radial gruppirenden Blättchen bilden hier mit Analcim zusammen sehr zierliche Ausfüllungen grösserer Hohlräume.

Die Gesteine 1513 und 1514 von O p u r t s c h k h e t i sind etwas reicher an Augit als die früheren, auch erscheint dieser etwas weniger zerlappt, allein dieselben sind so zersetzt, dass sich ihr ursprünglicher Zustand nicht mehr feststellen lässt.

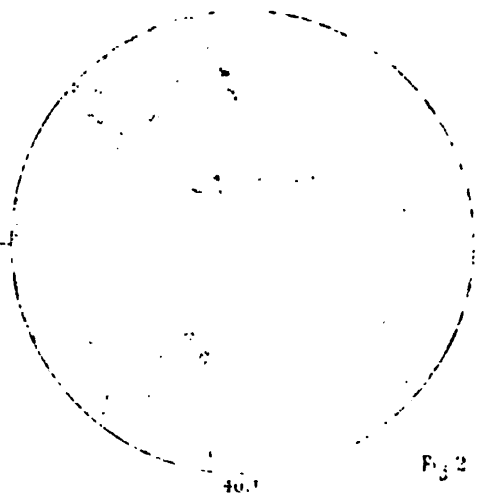
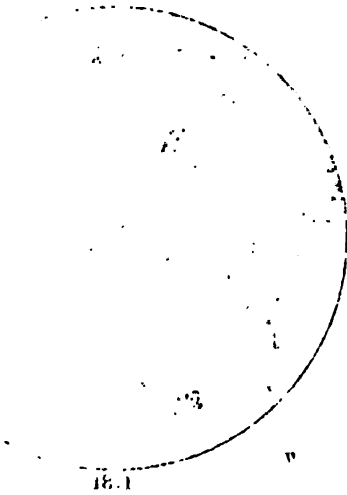


Fig. 2

Fig. 6.

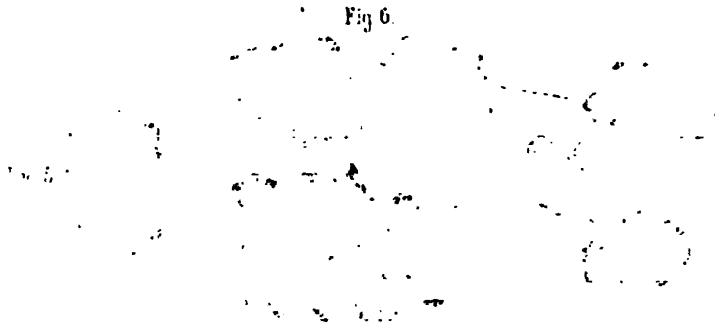


Fig. 7.

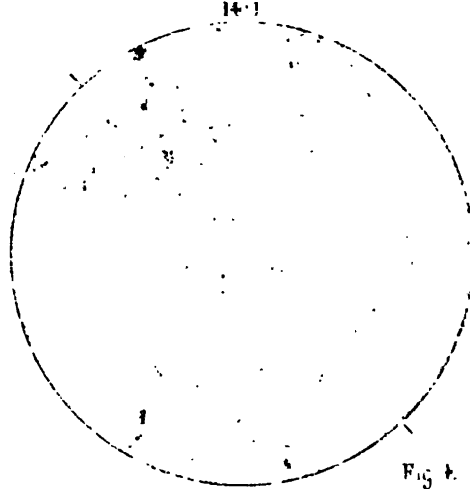


Fig. 8.

Zeitschrift für Mineralogie und petrographische Mittheilung VII Bd. Heft 1

Verlag von Alfred Holder & Sohn, Universitäts-Buchhandlung

1513. Das Gestein besteht aus einem feinkörnigen Aggregat von Plagioklas und Quarz, in welchem eine deutliche, schiefe Streifung, die Auslöschungsschiefe, zu beobachten ist. Die Streifung tritt auf beiden Seiten der Zwillingsstreifung auf und ist in einem Winkel von 12–17° gegen die Streifung gestellt. Die Zonale Structur ist nicht so deutlich, wie bei Zoeschen; einzelnen Feldspäther sind auch grössere, bis zu 1 mm Durchmesser erreichende, vorhanden, die leicht mit Quarz zu verwechseln sind. Die Streifung ist nicht so deutlich, wie bei Zoeschen. Als dritter farbloser Mineralbestandtheil tritt allzu grosser Menge Apatit. Der Apatit tritt in grossen, scheinbar auch hier nicht entkalkten, dunkel getarnten Gemen theilen nennt Tschermak (1859) die erwähnung seiner nur in flüssigen vielfach zerrissenen Plättchen, die mit Pyrit, Chlorophant und bräunliche, radial gruppierten Plättchen abwechseln. Diese Mineralien finden sich auch in meinen Präparaten. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist.

1514. Das Gestein besteht aus einem feinkörnigen Aggregat von Plagioklas und Quarz, in welchem eine deutliche, schiefe Streifung, die Auslöschungsschiefe, zu beobachten ist. Die Streifung tritt auf beiden Seiten der Zwillingsstreifung auf und ist in einem Winkel von 12–17° gegen die Streifung gestellt. Die Zonale Structur ist nicht so deutlich, wie bei Zoeschen; einzelnen Feldspäther sind auch grössere, bis zu 1 mm Durchmesser erreichende, vorhanden, die leicht mit Quarz zu verwechseln sind. Die Streifung ist nicht so deutlich, wie bei Zoeschen. Als dritter farbloser Mineralbestandtheil tritt allzu grosser Menge Apatit. Der Apatit tritt in grossen, scheinbar auch hier nicht entkalkten, dunkel getarnten Gemen theilen nennt Tschermak (1859) die erwähnung seiner nur in flüssigen vielfach zerrissenen Plättchen, die mit Pyrit, Chlorophant und bräunliche, radial gruppierten Plättchen abwechseln. Diese Mineralien finden sich auch in meinen Präparaten. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist. Die Plättchen der Chlorophant hier sicher zu bestimmen ist.

Das Gestein von Tschiquis ist, wie das zuerst beschriebene, ebenfalls feinkörnig, nur dass sich hier die chloritischen Producte in grösserer Menge finden. Besonders die bräunlich grünen, sich radial gruppierten Plättchen, die hier mit Analeim zusammen sehr zierliche Ausfüllungen der Hohlräume.

Die Gesteine 1512 und 1514 von Opurtshkheti sind etwas grösser als die 1513, auch erscheint dieser etwas weniger zersetzt; allein dieselben sind so zersetzt, dass sich ihr ursprünglicher Charakter nicht mehr feststellen lässt.



Fig. 1.

18:1



Fig. 2.

40:1



Fig. 5.

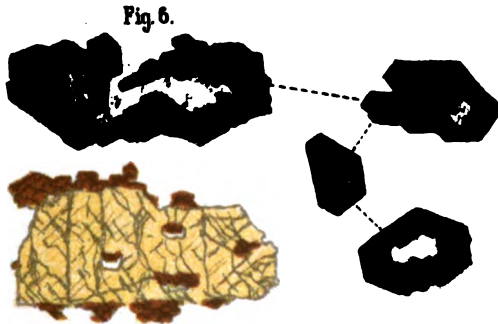


Fig. 6.



Fig. 7.

40:1

14:1

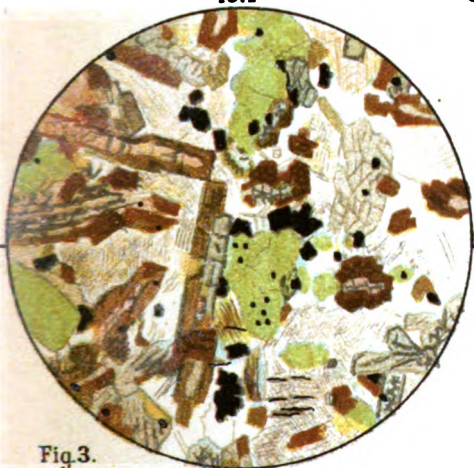


Fig. 3.



Fig. 4.

Rohrbach sec.

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilung VII Bd. Heft I.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof u. Universitäts Buchhändler.





Hornblende findet sich in keinem dieser Gesteine, dagegen überall etwas Biotit, besonders in den zersetzteren. Sie besitzen mit den ihnen der Zusammensetzung nach zunächst stehenden ophitisch struirtten schlesischen Gesteinen nur eine geringe, mit den übrigen typischen Tescheniten gar keine Aehnlichkeit. Wollte man das Vorhandensein des Analcim zum Kriterium machen, so würde auch der Anamesit von Aci Castello und so manches andere zu den Tescheniten gerechnet werden müssen.

## 2. „Teschenit“ von Nagy-Köves.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Bergwerkdirectors Maass in Fünfkirchen erhielt ich eine grössere Quantität des Eruptivgesteines von Nagy-Köves, welches, früher als „Phonolith“ oder „Trachytdolerit“ bezeichnet, durch G. v. Rath als wahrscheinlich mit dem Teschenit identisch beschrieben worden war.<sup>1)</sup> Die mikroskopische Untersuchung bestätigte, worauf schon der makroskopische Habitus des Gesteines hinzudeuten schien, dass wir es mit einem ziemlich stark zersetzten, in Folge dessen zeolithreichen Phonolith zu thun haben.

Eine angenehme Pflicht ist es mir, auch an dieser Stelle Herrn Geh. Rath. Prof. Dr. F. Zirkel für die Hingebung zu danken, mit welcher er mich in das petrographische Studium eingeführt hat, ganz besonders aber für die Anregung zu dieser Arbeit und seine mir bei Ausführung derselben stets so bereitwillig gewährte Theilnahme und Unterstützung.

### Erklärung der Tafel I.

Fig. 1. Umwandlung von Augit in Biotit. (Dzingelau.)

- „ 2. Reihenförmige Gruppierung des Apatit. (Mistrzowitz.)
- „ 3. „Ergänzung“ von Augit durch Hornblende; Olivin als endomorphes Contact-mineral. (Marklowitz A.)
- „ 4. Dieselbe Parallelverwachsung. (Sulkowsky-Mühle.)
- „ 5. Längsschnitt eines „sanduhrförmig“ gebauten Augites. (Bludowitz.)
- „ 6. Querschnitte der Hornblende mit Einschlüssen von Grundmasse. (All. Ellgoth B. und Brusowitz.)
- „ 7. Ein Angitindividuum mehrmals in verschiedenen Wachstumsstadien an einzelnen Stellen durch Hornblende „ergänzt“, die dann zum Theil wieder, nebst etwas Grundmasse, von der Augitsubstanz umhüllt wurde. (v. Gümbelberg bei Söhl, nachträglich erhalten, darum im Text nicht mit erwähnt.)

Die Figuren 1—4 sind bei eingeschobenem Polarisator und abgenommenem Analysator gezeichnet; die Stellung des Nicolhauptschnittes ist am Rande jeder Figur durch zwei Striche markirt.

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. niederrhein. Ges. in Bonn. 36. Jahrg., 1879, pag. 29.

## II. Ueber secundäre Glaseinschlüsse.

(Zweiter Theil.)

Von K. von Chrustschoff.

(Mit Tafel II und III.)

In einem Aufsätze über die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien haben neuerdings die Herren Dölter und Hussak die Meinung ausgesprochen, dass secundäre Glaseinschlüsse im Quarze nur dort nachweisbar seien, wo dieser in unmittelbare Berührung mit dem Magma trete; ferner, dass mit starker Vergrößerung bei solchen stets ein Verbindungscanal nach aussen zu bemerken sei.<sup>1)</sup> Da sich nun dies in meinen Präparaten nur ausnahmsweise bestätigte, so habe ich meine Untersuchungen an neuem, sehr reichhaltigem Material, welches ich zum grössten Theil der Liebenswürdigkeit des Geh. Bergraths H. Credner in Leipzig verdanke, weitergeführt, zugleich aber auch das früher von mir benützte<sup>2)</sup> einer abermaligen sorgfältigen Prüfung unterzogen. Allein die hierbei gewonnenen Resultate bestätigen jene oben citirte Ansicht nicht; das Wichtigste aber ist, dass sie einiges Licht auf die Genese isolirter, in rissfreien Gemengtheilen entstandener, secundärer Glasporen warfen.

Wie solche ringsum abgeschlossene Glaspartikel ohne bemerkbare Verbindung nach aussen in die compacten Mineralkörper hineingerathen konnten, schien mir zuerst allerdings räthselhaft. Eine Erklärung hierfür war denn doch nicht so leicht aufzufinden, wie es Herr Thoulet<sup>3)</sup> meint. Indem er meine Zurtückhaltung in dieser Beziehung als etwas übertrieben erachtet<sup>4)</sup>, meint er, dass es nichts Leichteres und Einfacheres gebe, als den Bildungsvorgang der

<sup>1)</sup> Neues Jahrbuch, 1884, I. Band, pag. 41: „Unsere Versuche zeigen demnach, dass secundäre Glaseinschlüsse nur dort vorkommen, wo eine unmittelbare Verbindung des Magmas mit dem Quarze nachweisbar ist.“

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, IV. Band, pag. 473 u. ff.

<sup>3)</sup> Thoulet, Les inclusions des Mineraux. Revue scientifique, 1884, 26. Avril, pag. 526.

<sup>4)</sup> „Cependant la réserve que s'impose M. de K. est excessive, car l'explication de ces phénomènes paraît simple jusqu'à l'évidence.“

secundären Glaseinschlüsse zu interpretiren. Zuerst verweist er auf das bekannte Réaumur'sche Porcellan als ein classisches Beispiel der Entglasung; auch die Bildung secundärer Glasporen sei eine Folge von Devitrificationserscheinungen.<sup>1)</sup> Da aber der Quarz ein chemisch homogener Körper sei, so könne von einer eigentlichen Verflüssigung nicht die Rede sein<sup>2)</sup>, es beruhe vielmehr Alles auf einer Art Krystallisation.<sup>3)</sup> Im polarisirten Lichte könne man sich leicht davon überzeugen, dass ein grösseres Quarzfeld selten aus einem einzigen optisch homogenen, sondern aus mehreren, verschieden orientirten Individuen bestehe. Zwischen einem solchen polysynthetischen Quarzkorn und dem Chalcedon mit verworren krystallinem Aussehen gebe es alle denkbaren Uebergänge. Damit nun also Chalcedon, der eine geringere Dichtigkeit besitze, in Quarz übergehen könne (durch Frittung), müsse eine Verdichtung d. h. Contraction stattfinden, womit die Bildung von gestaltlosen oder regelmässigen (dihexaëdrischen) Zwischenräumen zusammenhänge. Mit Recht betont er ferner, dass bei der Genese der secundären Einschlüsse Vorgänge stattfänden, die viele Analogien mit den gesetzmässigen, durch chemische Agentien an Mineralen sich bildenden Aetzfiguren besitzen. Dass aber die Interstitien, in welche das Magma später eindringt, lediglich ein Resultat der Contraction des Wirthes seien, scheint nicht immer der Fall zu sein. Vielmehr sprechen einige Erscheinungen gerade für das Gegentheil, d. h. für eine Ausdehnung des Mineralkörpers, wenigstens in gewissen Fällen. Einen sprechenden Beweis dafür, dass es sich um eine gewisse Art der Verflüssigung (Schmelzung) handle<sup>4)</sup>, will Herr Thoulet in den angeblich verschiedenen Endresultaten bei verschiedener Dauer der Abkühlungszeit meiner synthetischen Versuche erblicken. Hier liegt offenbar ein Missverständnis vor, denn in jenem Aufsatz habe ich nur erwähnt, dass die Abkühlung bei allen drei Versuchen sehr langsam geschah.

<sup>1)</sup> „La production de ces inclusions vitreuses rentre en effet dans la classe des phénomènes de dévitrification de verre“ etc. etc.

<sup>2)</sup> Die chemische Homogenität eines Körpers verhindert doch dessen Schmelzbarkeit nicht. Beim Quarze speciell ist eine Schmelzung allerdings nicht annehmbar.

<sup>3)</sup> „Comme il s'agit d'un corps chimiquement homogène il n'y a point liquation proprement, dite et tout se borne à une cristallisation.“

<sup>4)</sup> „Ce qui prouve bien qu'il s'agit ici de liquation d'un caractère particulier“ etc. etc.

Augenscheinlich hat Herr Thoulet<sup>1)</sup> die Dauer der Einwirkung des glutflüssigen Magmas auf die eingelegten Gesteine, die ich allerdings bei jedem Versuche zu 2, 3, 4 Stunden angegeben, mit der Abkühlungszeit verwechselt. Es ist ja selbstverständlich, dass eine längere Einwirkung des geschmolzenen Basaltes im eingelegten Gestein tiefer greifende Veränderungen bewirken müsse denn eine kürzere; bei genügender Dauer derselben tritt zuerst eine Dissociation und schliesslich eine völlige Auflösung der Gemengtheile ein.

Secundäre Glasporen können auf zweierlei Weise entstehen:

I. Durch Eindringen des Magmas von aussen in die Discontinuitäten des Gemengtheils.

II. Durch Einschmelzen im Gemengtheil präexistirender, leichter schmelzbarer Substanzen (Mikrolithe).

I. In erster Linie hängt also die Genese der secundären hyalinen Partikel von den im Quarze anwesenden Interstitien, d. h. Rissen. Gas- und Flüssigkeitsporen, in zweiter von der Beschaffenheit des Magmas selbst ab.

Nicht nur dessen physikalische, wie Dünn- und Dickflüssigkeit, sondern auch dessen chemische Eigenschaften müssen dabei eine Rolle spielen. Sehr basische Magmen erzeugen die grössten und meisten Einschlüsse. Allein es gibt auch Quarzeinschlüsse aus gewissen Basalten, die gar keine, während solche aus anderen wieder unzählige glasige Partikel führen. Im Allgemeinen will es mich bedünken, dass die secundären Glasporen mit dem Nephelinreichthum des einschliessenden Basaltes an Häufigkeit zunehmen. Durch Melaphyr gefrittete Quarze beherbergen die zahlreichsten, grössten und mannigfachsten. Aeusserst bemerkenswerth ist übrigens die Thatsache, dass auch ein an und für sich zwischen den Gemengtheilen glasresiduumfreies, d. h. holokrystallines Eruptivgestein im Contacte oder in Einschlüssen hyaline Interpositionen hervorbringen kann (Beucha).

<sup>1)</sup> In seinem a. a. O. citirten Aufsatze müssen auch folgende Zeilen auf Irrthum beruhen: „Il a ainsi traité un quartzite dans un mélaphyre, un schiste micacé dans une bombe volcanique, un gneiss dans une lave, et successivement un pégmatisite, un quartz, un grès et un granite dans du basalte.“ Alle diese Vorkommnisse bis auf die weiter unten von ihm selbst angeführten drei Versuche sind natürlich, und nicht, wie es aus dem Obigen hervorgeht, künstlich gefrittete Gesteine.

Discontinuitäten im Quarze, wie Sprünge, Gas- und Flüssigkeitsporen, sind stets vor der Frittung schon in grösserer oder kleinerer Menge vorhanden. Aber auch während der Frittung bilden sich Risse und Hohlräume; das Zerspringen eines Minerals in der Hitze war bekannt und leichter zu deuten, als die grossen, runden oder dihexaëdrischen Cavitäten, die sich in demselben erst durch Frittung herausbilden. Solche Räume entstehen, wie ich vermuthe, aus Flüssigkeitseinschlüssen oder auch zuweilen um gewisse glimmerartige (wasserhaltige?) Interpositionen.

In einem künstlich gefrittetem Granitquarze z. B., der ursprünglich eine Menge sehr kleiner Poren mit beweglichen Libellen besass, haben sich grosse runde, einerseits anscheinend leere, anderseits ein kleines Flüssigkeitsphäroid enthaltende Blasen ausgebildet. Gneiss-quarze aus dem Basalt von Oberwiesenthal in Sachsen zeigen diese eigenthümliche Erscheinung ebenfalls. Das Aufblähen des Quarzes an der Contour der Glimmermikrolithe kann man sehr schön an den im Zirkongranitporphyr von Beucha eingeschlossenen Grauwacken beobachten.

In einem gewissen Stadium der Frittung, da die Temperatur zur Einschmelzung des Glimmertäfelchens noch nicht ausreichte oder auch vielleicht noch nicht lange genug eingewirkt haben mochte, entstehen an einer oder mehreren Stellen um dasselbe Hohlräume (Taf. II, Fig. 1, 2, 3).

Durch Druck getrieben, oder vielleicht vermöge der Capillarität dringt später das Magma in irgend eine mit Rissen in Verbindung stehende Interstitie des Gemengtheiles ein, corrodirt deren Wandungen und umschliesst die etwa vorhandenen Gase, die nicht zu entweichen vermögen. Bei einigen Glaseinschlüssen lässt sich allerdings ein Zugangscanal wahrnehmen, die Mehrzahl dagegen zeigt keine Spur dergleichen, obgleich ich mit den stärksten Systemen auf's Gewissenhafteste danach gesucht habe.

Es wollte mir lange nicht gelingen, den Bildungsprocess solch völlig isolirter Einschlüsse in rissfreiem Quarze zu interpretiren; erst kürzlich kam ich in den Besitz eines durch Basalt (Oberwiesenthal) gefrittetem Granites, dessen Quarze sämtliche Modificationen von hyalinen Poren mit und ohne Zuführungscanal beherbergen.

Das in die Risse eindringende Magma reisst häufig Splitter von deren Wandungen los, die es weiter mit sich führt und schliesslich

auföst; solche Theilchen sind daher abgerundet, sphäroidal oder scheibenförmig (Taf. II, Fig. 4, 5, 6).

In mehreren Fällen beobachtete ich jedoch darunter ganz deutliche dihexaëdrische Formen.

Hohlräume, die mit Sprüngen in Verbindung stehen, erfüllt das Magma nur soweit es das etwa darin anwesende Gas gestattet; es übersättigt sich mit Kieselsäure, welche beim Erkalten in ihren verschiedenen Modificationen wieder abgeschieden wird. Ueberhaupt ist das gluthflüssige Glas ein Lösungsmittel des Quarzes, es kann daher auch gesetzmässige Aetzfiguren hervorbringen.

Auf ähnliche Weise entstehen nicht selten die zierlichsten Glaskörper nach  $R$ . —  $R$  (Taf. II, Fig. 7),  $R$  allein (Taf. II, Fig. 8), oder  $\infty P$ .  $R$ . —  $R$ . Diese Formen sind entweder modellartig scharf mit theils nach aussen gewölbten, theils nach innen eingesunkenen Kanten und Flächen, oder abgerundet und rudimentär. Solche vollkommene und scharfe Einschlüsse sind in gefritzten Quarzen recht häufig; unter den primären dagegen habe ich bisher nur mehr oder minder abgerundete Formen gefunden.

Die im Glase aufgelöste Kieselsäure wird nicht allein als Quarz<sup>1)</sup>, sondern auch als Tridymit (Taf. II, Fig. 11) und als silice globulaire Michel Levy's abgeschieden. Beispiele hiefür habe ich schon früher angeführt.<sup>2)</sup> Ferner enthalten einige Glaseinschlüsse im Granite des Monte Mulatto<sup>3)</sup> aus radial angeordneten Quarzsäulchen bestehende Sternchen (Taf. II, Fig. 9).

Das gleichorientirte Fortwachsen von Feldspathfragmenten und Krystallen, sowie von Quarzkörnern (im Sandstein) ist längst bekannt. Im polarisirten Lichte hatte ich nun öfter Gelegenheit, um Glaseinschlüsse herum einen etwas schwächer als die Grundfarbe des Wirthes nuancirten, ziemlich scharf verlaufenden Hof, der manchmal einen gleich ihm gefärbten Schweif aussandte, wahrzunehmen. Man könnte daher mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sich hier die im Glase aufgelöste Kieselsäure krystallonomisch an den Wandungen des Einschlusses abgesetzt und ebenso den Zugangscanal verheilt

<sup>1)</sup> Lehmann, die pyrogenen Quarze. Verh. d. nat. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. — Vergl. diese Zeitschrift. IV. B., pag. 473.

<sup>2)</sup> A. a. O.

<sup>3)</sup> Ich verdanke dieses Vorkommen der Güte des Herrn Prof. Doelter, dem ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

(sit venia verbo!) habe. Dies wäre wenigstens eine Deutung für diejenigen ringsum abgeschlossenen Glasporen, die nachweisbarer Weise nicht durch Einschmelzen von im Quarz präexistirender Substanzen entstanden sind.

Beispiele. 1. In einem gefritteten, granitischen Quarze von Schwarzenfels in Sachsen kommen recht instructive hyaline Poren mit darin schwimmenden Quarzpartikeln und secundär abgelagerter Quarzmasse vor. Gewöhnlich sind diese Quarzkörper abgerundet bis sphäroidal (Taf. II, Fig. 4, 5, 6, 10); zuweilen verrathen sie jedoch die Tendenz nach krystallonomischen Regeln abzuschmelzen, so dass abgerundet dihexaëdrische Gestalten resultiren.

2. recht deutliche Tridymitblättchen und Aggregate fand ich in den Glaseinschlüssen eines durch Basalt gefritteten Granites von Oberwiesenthal (Taf. II, Fig. 9).

3. Endlich beobachtete ich die sogenannte *silice globulaire* Michel Levy's in den Glasporen eines Quarzites aus dem Basalt vom Rossberge bei Darmstadt sowie eines solchen aus dem Melaphyr von Oberhohndorf bei Zwickau.<sup>1)</sup>

4. Hyaline Partikel nach  $R$ . —  $R$  (Taf. II, Fig. 7) und  $R$ . —  $R$ .  $\infty P$  mit eingesunkenen, aber äusserst scharfen Kanten führt der Quarz des Granites aus dem Basaltcontacte von Oberwiesenthal; solche nach  $R$  allein sah ich nur einmal im Granitporphyr von Beucha (Taf. II, Fig. 8).

5. Derselbe Quarz zeigt noch einen anderen sehr instructiven Einschluss. Der Zuführungscanal ist hier ein krummschaliger Absonderungsriss; eine dünne Glaslage umwölbt eine Quarzpartie und nimmt nach aussen eine dihexaëdrische Form an. Auf der gewölbten Fläche hat das Magma eine mit dem Wirthe gleichorientirte Aetzfigur nach  $R$ . —  $R$  erzeugt (Taf. II. Fig. 12).

6. Ein künstlich mit Basalt gefritteter Quarz führt hyaline Einschlüsse, welche offenbar bloß durch Configuration von Rissen, die aber nicht mit Hohlräumen communicirten, entstanden sind. Das Glas ist hier auf capillaren Spalten, die ein Quarzpartikel rings umspinnen und mit einander in Verbindung stehen, eingedrungen, so dass derselbe frei im Glase liegt. Da das Magma von den Sprung-  
randungen, sowie vom Partikel selbst Substanz losgelöst hat, so entstand zwar ein echter Glaseinschluss, dessen Inneres jedoch zum

<sup>1)</sup> A. a. O.



Theil noch aus Quarz besteht (Taf. II, Fig. 13). Zuweilen führt das im Glase liegende Quarzkorn noch primäre fluidale (Taf. II, Fig. 6), sowie wiederum selbst secundäre hyaline Poren (Taf. II, Fig. 4).

Stösst das eindringende Magma auf fluidale Interpositionen, so entstehen die eigenartigsten Doppeleinschlüsse. Glas und Flüssigkeit treten sodann zu folgenden Combinationen zusammen:

a) Das Glas umschliesst das Liquidum; der hyaline Einschluss beherbergt eine oder mehrere liquide Poren.

Der Granitquarz aus dem Basalt von Schwarzenfels zeigt solche Gebilde in verschiedener Modification:

Das Glas nimmt nur die äussere Zone des Einschlusses ein, die Flüssigkeit mit einer spontan beweglichen Libelle, befindet sich in der Mitte (Taf. II, Fig. 14).

Das Glas bildet ein grosses, rundes Sphäroid, worin 2—6 Einschlüsse eines expansiblen Liquidums mit spontan beweglichen Gasbläschen liegen (Taf. II, Fig. 15).

b) Das Glas berührt nur die liquide Pore. Der eben erwähnte Quarz enthält auch solche Doppeleinschlüsse:

Runde oder dihexaëdrische Flüssigkeitsporen besitzen eine seitlich anhaftende Glaspattie von sehr verschiedener Form und Grösse; das Glas sowohl wie die Flüssigkeit führen Libellen (Taf. II, Fig. 16).

Im Gneissquarze aus dem Basalt von Johann-Georgenstadt fand ich einen höchst eigenthümlichen Einschluss; die Flüssigkeit, deren Gasblase erst beim Erhitzen den Ort verändert, ist hier von einer verworren-körnigen Zone (Taf. II, Fig. 17), die im polarisirten Lichte den Anblick einer chaledonartigen Substanz gewährt, umgeben.

Nur wenige der eben erwähnten Doppeleinschlüsse stehen sichtbar mit Rissen in Verbindung, die meisten aber zeigen nicht die geringste Spur davon.

Der gefrittete Granit von Schwarzenfels enthält noch eine andere Art von Einschlüssen. Es sind das grosse, sehr dunkel contourirte, ovale oder dihexaëdrische Hohlräume mit einer sich sphäroidal abgrenzenden Flüssigkeit, die nur etwa den 4.—5. Theil derselben ausfüllt; sie erscheint im Vergleich mit dem Hohlraume etwas lichter umrandet und verschwindet schon bei + 20 Grad Celsius. Da die Hitze einer gewöhnlichen Lampe, die zum Mikroskopiren dient, schon genügt um eine Expansion derselben herbeizuführen, so suchte ich am Abend oft vergebens danach. Ein solches Verhalten kommt der

flüssigen Kohlensäure zu. Derartige Einschlüsse habe ich bisher nur in sehr stark veränderten Quarzen, die keine gewöhnlichen liquiden Poren mehr enthielten, wahrgenommen. Sollte man nicht annehmen dürfen, dass die flüssige Kohlensäure den Hohlraum, den sie ursprünglich bis auf die Libelle ausfüllte, durch Expansion bei hoher Temperatur und zwar ohne Zerreibungen herbeizuführen, erweitert habe? Nach der Abkühlung konnte sich natürlicherweise nur ein gewisser Theil derselben wieder condensiren.

Diese Interpositionen stehen bisweilen ebenfalls mit Glas in Verbindung; entweder umgibt dann den Einschluss eine schmale, oft kaum wahrnehmbare Glaszone (Taf. II, Fig. 18), oder es haftet ein hyaliner Partikel daran.

Das Glas führt häufig eine Gasblase für sich. Das zwischen den Gemengtheilen dieses Granites anwesende Frittungsglas zeigt ebenfalls solche Poren, deren Flüssigkeit wahrscheinlich aus völlig eingeschmolzenen Quarzpartien mit ursprünglichen fluidalen Interpositionen stammt.<sup>1)</sup>

II. Es ist mir ferner gelungen zu constatiren, dass Glaseinschlüsse durch Einschmelzen im Quarze präexistirender, leichter als dieser schmelzbarer Substanzen entstehen können.

Der Quarz der Grauwackenfragmente aus dem Zirkongranitporphyr von Beucha, welcher alle Uebergangsphasen von Glimmermikrolithen zu hyalinen Poren zeigt, gewährt das lehrreichste Beispiel für diese zweite Entstehungsart. Hierbei sind folgende Entwicklungsstadien zu beobachten.

a) An einer oder mehreren Stellen zugleich um den Glimmermikrolith herum entstehen in den Quarz hineinragende Hohlräume, d. h. es haften am Glimmerblättchen ein oder mehrere Bläschen (Taf. II, Fig. 1, 3).

b) Zwischen Glimmer und Quarz bildet sich eine Glaszone; der vorher entstandene Hohlraum überzieht sich ebenfalls mit einer dünnen Glashaut; das Schmelzproduct — der Glimmer dient hier wahrscheinlich als eine Art Flussmittel — ist oft nur an einem Punkte des Täfelchens vorhanden (Taf. II, Fig. 2, 19, 20, 21).

<sup>1)</sup> Flüssigkeitseinschlüsse im Glase sind mir nur in einem Falle noch bekannt und zwar in einem Rhyolith von Pyramide Lake in Nevada; hier sind dieselben jedoch primär, vergl. Zirkel, Report of the geol. Expl. of 40. the Parallel. Taf. XII, Fig. 1.

Steigt die Intensität der Frittung, so verliert das Glimmertäfelchen allmählig an Grösse und ist schliesslich von allen Seiten von Glas umgeben. Sechseitigen Mikrolithen fehlt nicht selten ein Theil ganz; das Fehlende ist durch das Schmelzproduct ergänzt und zwar so, dass man dessen ursprüngliche Contour noch deutlich erkennen kann<sup>1)</sup> (Taf. III, Fig. 1, 2, 3).

Wieder andere Mikrolithe enthalten den hyalinen Einschluss in ihrer Mitte (Taf. III, Fig. 4). Auch hier bringt das Glas Aetzwirkungen hervor: es umschliesst das Glimmertäfelchen in Form eines Dihexaeders (Taf. III, Fig. 5).

c) Der Glimmer ist nur noch spurenhaf, in kleinen zerfressenen Lappen, im Glaseinschlusse zu erkennen (Taf. III, Fig. 2, 3, 6).

Da die Glimmertäfelchen selbst wieder zuweilen die zierlichsten Zirkone ( $P$  und  $\infty P$  sehr untergeordnet, so dass die Krystalle beinahe wie Octaëder aussehen) beherbergen (Taf. III, Fig. 8), so sind es dann nur noch diese Letzteren, die den Ursprung der fertigen hyalinen Pore verrathen.

Auch hier combiniren sich wieder Glas und Flüssigkeit zu Doppeleinschlüssen. Das Glimmertäfelchen ist von einer Seite mit dem Quarz verschmolzen, während sich an der anderen ein Hohlraum mit Flüssigkeit befindet, deren Libelle bei Erhöhung der Temperatur mobil wird (Taf. III, Fig. 7).

Derselbe Quarz führt lange nadelförmige Mikrolithe einer schwach grünlichen Substanz, an welchen man hie und da ebenfalls eine Art Verschmelzung mit demselben bemerken kann. Ich beobachtete z. B. globulitisch devitrificirte Glasmasse am Kreuzungspunkte zweier langer Nadeln (Taf. III, Fig. 9, 10).

An anderen hängen Luftblasen (Taf. III, Fig. 11), oder höchst eigenthümlicher Weise Tropfen einer Substanz (Taf. III, Fig. 12), die wie Tachylit aussieht, wie dieser manchmal polarisirt und selbst wieder Hohlräume enthält.

Wie intensiv die Einwirkung eines eruptiven Gesteins auf das durchbrochene oder eingeschlossene war, erkennt man am besten an den in diesem letzteren erzeugten secundären Glaseinschlüssen. Die Grauwackenfragmente im Beuchaer Zirkongranitporphyr z. B. erreichen eine sehr beträchtliche Grösse; grosse Schollen führen im Innersten noch die schönsten Glasporen. Ein kopfgrosses Stück eines

<sup>1)</sup> Vergl. diese Zeitschrift, VI. Band, pag. 232.

rauchgrauen, sehr deutlich spaltenden, sehr frischen Quarzes von demselben Orte enthält nach allen Richtungen hin hyaline, fluidale<sup>1)</sup> und gasige Interpositionen nebeneinander. Ein anderes Handstück einer hornsteinähnlichen, säulenförmig abgesonderten Grauwacke von einem mehrere Fuss messenden Blocke (wahrscheinlich vom Saalbande) ebendaher beherbergt secundäre Glasporen in grosser Anzahl. Daraus geht deutlich hervor, dass dieselben durchaus nicht allein am unmittelbaren Contacte des Eruptivganges, sondern verhältnismässig noch ziemlich weit entfernt davon zur Ausbildung gelangen.

Breslau, December 1884.

### Erklärung der Tafel II.

Fig. 1. Glimmermikrolith mit Hohlraum im Quarz, Grauwacke a. d. Granitporphyr, Beucha.

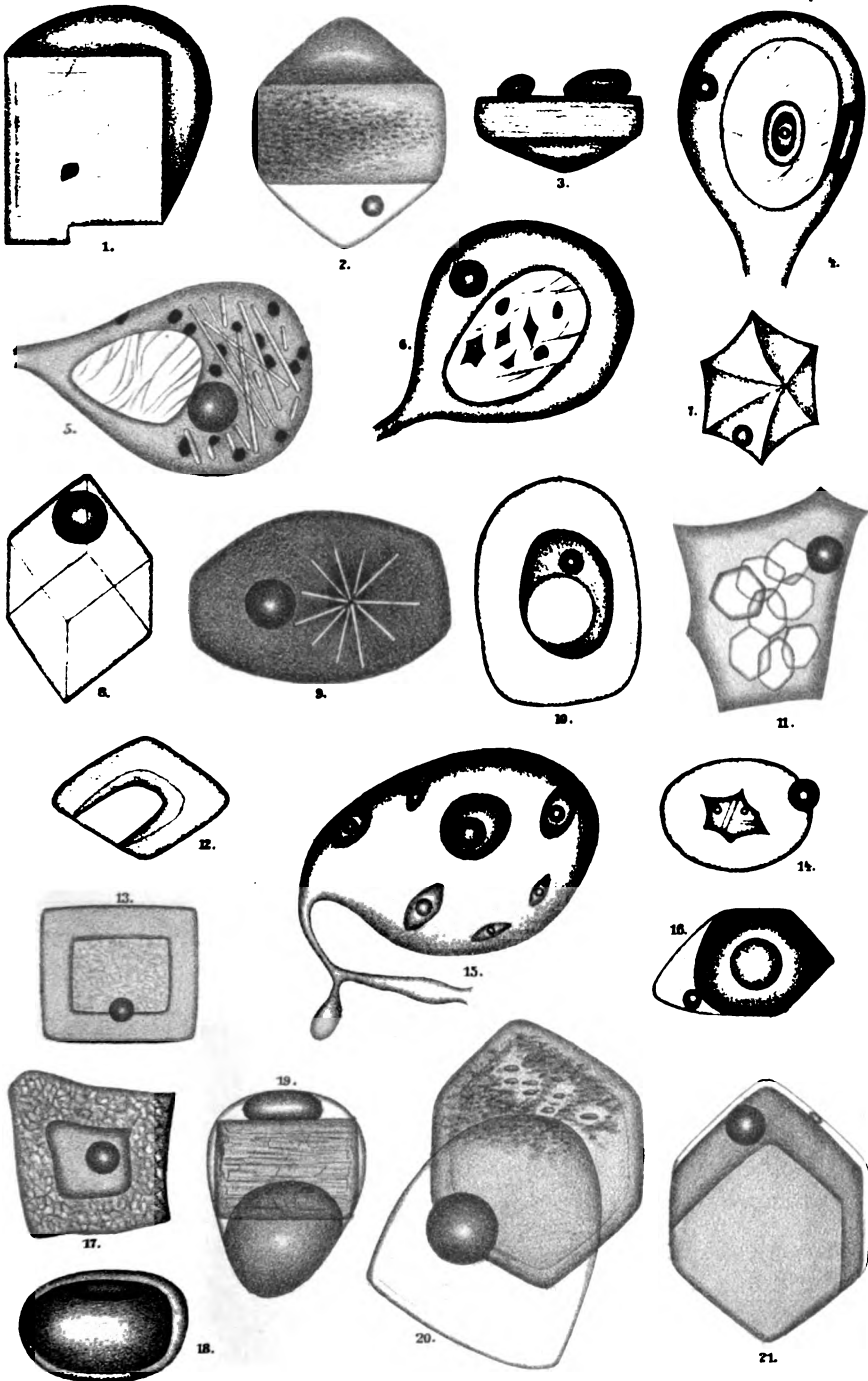
- „ 2. Desgl. mit Glas, ebenda.
- „ 3. Desgl. mit Luftblasen, ebenda.
- „ 4. Glaseinschluss, mit einem Quarzpartikel, das selbst einen aus Flüssigkeit und Glas bestehenden Doppeleinschluss enthält, im Quarz, Granit aus Basalt, Schwarzenfels.
- „ 5. Desgl. mit Quarzpartikeln ebenda.
- „ 6. Desgl. mit Quarzpartikel, welches noch fluidale Poren enthält, ebenda.
- „ 7. Desgl. nach *R* — *R* im Quarz, Granit aus Basalt, Oberwiesenthal.
- „ 8. Desgl. nach *R* im Quarz, Grauwacke aus Granitporphyr, Beucha.
- „ 9. Desgl. mit Quarzsäulchen im Quarz, Granit, Monte Mulatto, Predazzo.
- „ 10. Desgl. mit secundär und zum Wirthe gleich orientirt abgelagerten Glasmassen, im Quarz, Granit aus Basalt, Schwarzenfels.
- „ 11. Flüssigkeitsporen mit Tridymit im Quarz, Granatamphibolgestein, Dreikönigseck.
- „ 12. Glaseinschluss nach *R*. — *R* im Quarz, Grauwacke aus Granitporphyr, Beucha.
- „ 13. Desgl. mit Quarzpartikel im Innern im Quarz, Granit von Heidelberg, künstlich gefrittet.
- „ 14. Desgl. mit Flüssigkeit im Quarz, Granit aus Basalt, Schwarzenfels.
- „ 15. Desgl. mit Poren, die eine expansible Flüssigkeit mit hüpfender Libelle enthalten, ebenda.

<sup>1)</sup> Ausser gewöhnlichen kommen hier ganz ausserordentlich schöne und grosse, aus zwei unmischbaren Flüssigkeiten bestehende Einschlüsse vor. Grosse, anscheinend leere Hohlräume, die ich für secundär halte, erfüllen förmlich diesen Quarz nach allen Richtungen. Dieser Quarz ist noch wegen der sehr deutlich ausgeprägten Spaltbarkeit bemerkenswerth; das ganze Aussehen desselben, besonders der eigenartige Schiller erinnert lebhaft an gewisse Mondsteine.

- Fig. 16. Hohlraum mit einem Flüssigkeitssphäroid und Glas, ebenda.  
 „ 17. Flüssigkeitspore mit chalcedonartiger Umrandung, Granit aus Basalt, Johann-Georgenstadt.  
 „ 18. Glaseinschluss mit Flüssigkeit; Granit aus Basalt, Schwarzenfels.  
 „ 19. Glimmermikrolith mit Luftblase und Glas, Granwacke aus Granitporphyr, Beucha.  
 „ 20. Desgl. mit Glas, ebenda.  
 „ 21. Desgl. ebenda.

### Erklärung der Tafel III.

- Fig. 1. Glimmermikrolith mit Glas, ebenda.  
 „ 2. Desgl. ebenda.  
 „ 3. Desgl. mit Glasporen, ebenda.  
 „ 4. Desgl. mit Flüssigkeit, ebenda.  
 „ 5. Desgl. mit Glas, ebenda.  
 „ 6. Glasporen mit Glimmerresten, ebenda.  
 „ 7. Glimmermikrolith mit Glas und Flüssigkeit, ebenda.  
 „ 8. Glaspore mit Zirkon, ebenda.  
 „ 9. Mikrolithe mit hyaliner Substanz, ebenda.  
 „ 10. Desgl., ebenda.  
 „ 11. Desgl. mit Blase, ebenda.  
 „ 12. Desgl. mit anhängenden Tropfen, ebenda,  
 „ 13. Glaseinschluss mit Luftblase zum Theil nach *R.* — *R* im Quarz, Oberwiesenthal.  
 „ 14. Flüssigkeitspore mit Flusspath und Amphibol im Quarz, Dreikönigseck.  
 „ 15. Eigenthümliche Einschlüsse im Frittungsglase zwischen den Gemengtheilen des Granites aus Basalt, Schwarzenfels.  
 „ 16. Glaseinschluss mit verschiedenen Mikrolithen, ebenda.  
 „ 17. Desgl., mit um das Bläschen radial gestellten Mikrolithen, im Quarz, Beucha.  
 „ 18. Desgl. mit secundärem Hämatit, ebenda.  
 „ 19. Desgl., ebenda.



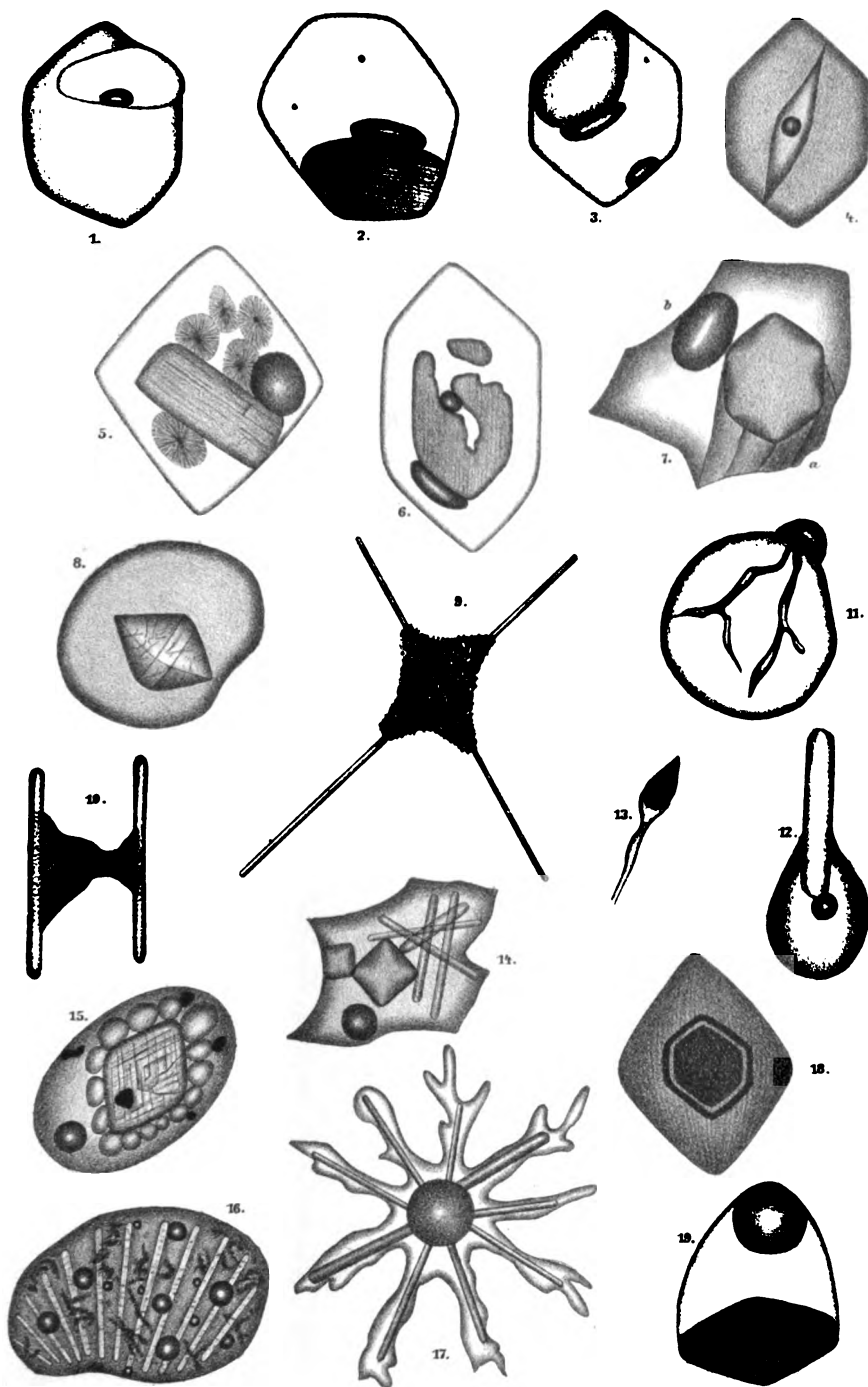
Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VII, Heft II.

Kr. Christstoff ad nat. del.

Lith. Druck v. Freytag, Wien.

Verlag von Alfred Holder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, in Wien.





Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VII, Hef. II.

Kr. Christuchoff ad nat. del.

Lith. Druck v. C. Freytag Wien.

Verlag von Alfred Hölder, Joh. Hof u. Universitäts Buchhändler in Wien.





### III. Ueber den Gabbro aus der Wildschönau in Tirol und die aus ihm hervorgehenden schief- rigen Gesteine.

Von **Frederick H. Hatch** aus London.

(Mit 4 Zinkographien.)

Die vorliegende Arbeit unternahm ich auf Veranlassung des Herrn Professors v. Lasaulx. Sie bezieht sich auf eine Reihe von Gesteinen, welche durch ihre mechanische und mineralogische Metamorphose Interesse bieten. Die durch mechanische Umformung und mineralogische Umsetzung vollzogene Umwandlung eines massigen Gesteins in krystallinische Schiefer lässt sich hier Schritt für Schritt verfolgen.

Die vorliegenden Gesteine wurden zuerst bei Niederau in dem Wildschönau-Thal in Tirol, von Professor Pichler aufgefunden, welcher Herrn Professor v. Lasaulx schon vor mehreren Jahren eine Suite derselben zuschickte. Sie wurden inzwischen von Dr. Alois Cathrein einer nur makroskopischen Untersuchung unterworfen, und in einer Arbeit über „die geognostischen Verhältnisse der Wildschönau“ <sup>1)</sup> im Jahre 1877 auch geognostisch beschrieben. Später hat derselbe auch die Saussuritbildung in einigen Gesteinen der Wildschönau verfolgt. <sup>2)</sup>

In ersterer Arbeit werden sämtliche Gebirgsglieder beschrieben, welche in der Wildschönau vorkommen; ihrer Altersfolge nach sind dies die folgenden:

- I. Thonglimmerschiefer.
- II. Wildschönauer Schiefer.
- III. Schwazer Kalk.
- IV. Buntsandstein.
- V. Muschelkalk.
- VI. Keuper.
- VII. Diluvium.
- VIII. Alluvium.

<sup>1)</sup> Zeitschrift des Ferdinandeums, 20. 21.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Krystall., VII, pag. 234.

In den Wildschönauer Schiefern, welche paläozoischen Alters sind, setzt das eruptive Gestein, dessen genauere Beschreibung der Zweck dieser Arbeit ist, anscheinend gangförmig auf. Ob ein wirklich gangförmiges Vorkommen oder eine intrusive Einlagerung conform den Schichten vorliegt, geht aus den Angaben Cathrein's nicht hervor; für letzteres sprechen die doch als Schiefer wahrscheinlich in der Schichtung liegenden metamorphischen Gesteine, um die es sich hier handelt.

In seiner Arbeit unterscheidet Cathrein lediglich nach dem makroskopischen Befunde vier Varietäten: Normalen Gabbro, Chloritgabbro, Chloritschiefer und Serpentin, von welchen die drei letzteren auch nach Cathrein Umwandlungsproducte aus dem Gabbro sein sollen.

Durch unsere Untersuchungen aber stellt sich heraus, dass wir es wesentlich mit zwei verschiedenen Gesteinsreihen zu thun haben:

1. Gabbro und dessen Derivate Aktinolithschiefer, Serpentin etc., und
2. Gesteine, die wir mit dem Namen Hornblendegabbro belegen wollen, obschon sie ihrer Zusammensetzung nach wohl richtiger als Diorite zu bezeichnen wären, und deren Umwandlungsproducte.

#### Der normale Gabbro.

Unsere Handstücke entsprechen genau der Beschreibung Cathrein's. Das Gestein ist ein ziemlich grobkörniges Gemenge von Plagioklas und Diallag von grau-grüner Farbe, welche durch die vorhandene Viridit-Substanz verursacht ist. Die tafelförmigen Diallag-Krystalle besitzen den charakteristischen broncefarbigen Schiller und eine durch schalige Structur bedingte Streifung, die schon unter der Lupe deutlich hervortritt. Der Plagioklas scheint den Diallag zu umgeben; die beiden Minerale sind aber in ziemlich gleichen Mengen vorhanden. Der Plagioklas ist schon in Umwandlung begriffen; stellenweise sieht man, dass er in eine weisse kaolinähnliche Substanz übergeht.

Unter dem Mikroskop erscheint der Plagioklas zwar stellenweise noch frisch, meistens aber ziemlich stark umgewandelt. In den mehr zersetzten Theilen liegen wolkige Gebilde, die offenbar durch Zersetzung entstanden sind. Bei näherer Betrachtung mit stärkerer

Vergrößerung erkennt man, dass dies Haufwerke winziger, leistenförmiger Kryställchen und Körner sind, welche am Rande solcher Haufen deutlich hervorragen und stellenweise auch isolirt auftreten; diese letzteren, welche prismatisch ausgebildet sind, zeigen deutlich parallele und senkrechte Orientirung. Diese Mikrolithe haben wir zuerst als Epidot angesehen, halten dieselben aber jetzt für Zoisit. Besonders charakteristisch ist für sie die farblose Beschaffenheit und die deutlichen Querrisse.

Zoisit ist als wesentlichster Bestandtheil des als Saussurit bezeichneten Umwandlungsproductes der Plagioklase von Cathrein auch in diesen und anderen Gesteinen von Tirol beschrieben worden.<sup>1)</sup> Nach seinen Angaben wäre auch unser umgewandelter Plagioklas als Saussurit zu bezeichnen.

Der Diallag erscheint in grossen faserigen Krystallen von leicht brauner Farbe; sie besitzen die charakteristische Streifung nach  $\infty P\infty$ , welche durch die erwähnte schalige Structur hervorgebracht ist. Als Mittel für die Auslöschungsschiefe ergab sich  $42^\circ$ . Ausgezeichnete Zwillingbildungen des Diallags, obwohl selten, sind auch vorhanden. Die in Umwandlung begriffenen Diallage sind mit schmalen Hornblende-Nädelchen durchsetzt; dasselbe Mineral bewirkt eine Ausfranzung vieler Querschnitte derart, dass dieselben von einem Saum lichtgrüner Hornblende umgeben erscheinen.

In weiteren Stadien der Umwandlung werden wir sehen, wie dieser Uebergang in Hornblende fortschreitet, bis schliesslich vom Diallag nur ein kleiner unzersetzter Kern übrig bleibt. Dieselbe Art der Paramorphose in Amphibol ist u. A. auch in den Gabbros des sächsischen Granulitgebirges von Lehmann beobachtet worden.<sup>2)</sup>

Noch einer anderen Art der Umwandlung ist der Diallag unterworfen. Längs der Streifung haben sich dünne Fäden von Magnetit angesetzt; diese Einlagerung nimmt mit der Zersetzung des Diallags zu. Lehmann erwähnt ähnliche Ausscheidungen von Magneteisen als „fein vertheilter Staub“ bei eisenreichen Hypersthenen<sup>3)</sup>; solche Ausscheidungen sind auch nach der Ansicht Lehmann's in Verbindung mit den Pressungen, denen das Gestein ausgesetzt war, hervorgerufen worden.

<sup>1)</sup> Groth, Zeitschrift für Krystall., VII, pag. 234.

<sup>2)</sup> Die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, pag. 192.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 198.

Eingelagert in dem Diallag sind auch stellenweise kleine Partien einer braunen Hornblende, welche dieselbe Streifung wie der Diallag aber die geringere Auslöschung von  $16^\circ$  zeigt; man könnte dieselben, wegen der durchaus parallelen Verwachsung mit dem Diallag, als Reste einer Hornblende ansehen, aus welcher der Diallag selbst hervorgegangen ist.

Zu den anderen ursprünglichen Bestandtheilen dieses Gabbros gesellt sich nun noch Titaneisen, das in wenigen, von einem Saum von Titanomorphit umgebenen Körnern hervortritt. Im Verlauf der Umwandlung wird derselbe abgelöst und erscheint dann in kleinen, in dem Gestein zerstreut liegenden Körnchen. In den mehr zersetzten Partien kommt auch Calcit hinzu.

Ganz besonders reichlich entsteht aber durch die Umwandlung Viridit. Er ist feinfaserig und besitzt eine blassgrüne Farbe; unter gekreuzten Nicols erscheint er in zahllosen, farblosen, feinsten Nadelchen, nur schwach hell und dunkel polarisirend. Alle Zwischenräume erfüllend, durchdringt er das ganze Gestein. In vielen Fällen sind die einzelnen Lamellen der Diallagkrystalle wie durch zwischen-geschobenen Viridit dislocirt, wie im Folgenden noch näher erörtert werden soll. Mit dem Viridit in regellosem Gewirr durcheinander liegen sowohl die Feldspathreste, als die neugebildeten Hornblendenadelchen; beide lassen sich von dem Viridit durch ihre lebhaften Polarisationsfarben leicht unterscheiden.

Da der Viridit im Innern sowohl des Plagioklases als auch des Diallags in fast gleicher Verbreitung erscheint, so darf man daraus wohl den Schluss ziehen, wie dies auch von anderen Forschern geschehen<sup>1)</sup>, dass der Viridit vornehmlich durch die Wechselwirkung der Zersetzungsproducte des Plagioklases und des Diallags auf einander sich bildet.

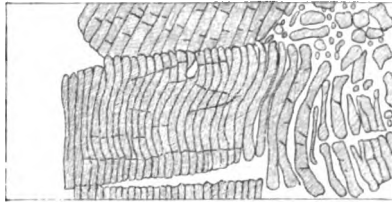
Um die den Viridit bildende Substanz zu bestimmen, wurde ein Dünnschliff, den man vorher mikroskopisch untersucht hatte, in warme concentrirte Schwefelsäure gelegt. Nach 24 Stunden wurde der Schliff wieder unter dem Mikroskop untersucht: der Viridit erschien zwar etwas angegriffen; er war trübe und gekörnelt geworden, besass aber noch seine grüne Farbe. Da nun Chlorit in Schwefelsäure löslich ist, müssen wir schliessen, dass wenigstens ein

<sup>1)</sup> z. B. A. S c h e n k, Die Diabase des oberen Ruhrthales etc., Verhdl. des naturhist. Ver. des Rheinl. u. Westph., 1883, pag. 53 ff.

Theil dessen, was wir hier Viridit nennen, aus nicht chloritischer, sondern serpentinöser Substanz besteht; ob aber Chlorit nebenher in geringer Menge auch anwesend ist, vermögen wir nicht zu entscheiden.

Sehr schön sind in diesem Gesteine die mechanischen Einwirkungen auf die ursprünglichen Bestandtheile zum Ausdruck gekommen. Sie zeigen sich besonders in der Stauchung, Biegung und Zertrümmerung der Diallagkrystalle; stellenweise ist ein Krystall gegen die Lamellen eines anderen geschoben worden (siehe Fig. 1); dabei sind die Lamellen der Beiden auseinander gerückt und zertrümmert und die entstandenen keilförmigen Fugen mit Viridit-Substanz erfüllt worden.

Fig. 1.



Vielfach werden die Lamellen radial-strahlig oder fächerförmig aufgespalten; überall dringt der Viridit auf solchen Rissen in den Diallag ein (siehe Fig. 2). Auch dieser zeigt die Wirkung der Pressung, da er vielfach in seinen Fasern feinste Fältelungen aufweist. Die Hornblendefranzen und die vorhandenen Kalkspathkörner sind ebenfalls gebogen und gestaucht, die ersteren manchmal geradezu von dem Diallagkern abgeknickt. Solche Erscheinungen zeigt der Plagioklas nur selten, er wird meist einfach zersplittert und zertrümmert, wenn nicht ganz zersetzt.

Fig. 2.



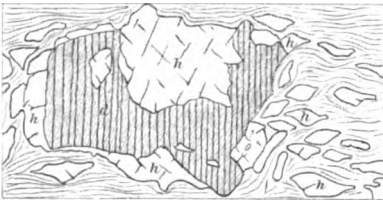
In anderen Stücken zeigt der normale Gabbro eine etwas andere Ausbildung. Der Plagioklas ist ziemlich unverändert geblieben. Der Diallag aber tritt so zurück, dass man davon nichts mehr als einzelne Splitterchen und Bruchstücke sieht. Wenn grössere Krystalle vorhanden sind, erscheinen sie zerfetzt und durchlöchert. Dagegen ist so viel Kalkspath vorhanden, dass das Gestein, mit Salzsäure behandelt, aufbraust. Seine Lamellen zeigen sich unter dem Mikroskop gestaucht und gebogen, ebenfalls der Plagioklas. In dem letzteren erscheint der Zoisit, wie in der ersten Varietät.

In einem weiteren Stadium der Zersetzung gewinnt der Gabbro schon ein etwas schiefriges Aussehen, indem seine Stücke Neigung zeigen, sich in dünne Platten zu spalten. Die Diallagkrystalle sind klein und liegen eingesprengt in einer weissen Grundmasse.

Auch die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Umwandlung Fortschritte gemacht hat. Die Umlagerung des Diallags in Hornblende hat sehr zugenommen, so dass einige Querschnitte nur aus Hornblende bestehen; ihr charakteristischer Spaltungswinkel von  $124^\circ$  ist zu erkennen. Die Auslöschungsschiefe beträgt im Mittel  $19^\circ$ .

Durch die mechanischen Pressungen im Gestein wird die neugebildete Hornblende von dem Rande der Diallagquerschnitte in mandel- oder rhombenförmige Bruchstücke abgelöst (Fig. 3,  $d$  = Diallag

Fig. 3.



$h$  = Hornblende). Solche kleine Körner liegen dann regellos zerstreut durch das ganze Gestein.

Ihre merkwürdige Gestalt ist dadurch entstanden, dass sie nach der Spaltbarkeit abgelöst sind. Die Auslöschungsschiefe der grösseren Verticalleisten liess sich bestimmen, sie beträgt ebenfalls bis ca.  $20^\circ$ .

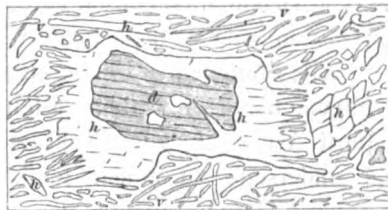
Der Diallag ist meist sehr zertrümmert, und zwar ist diese Zertrümmerung ersichtlich eine Fortsetzung der Zerspaltung und Verschiebung der Lamellen, wie wir sie schon in den frischeren Varietäten beschrieben haben; sie hat hier bedeutend zugenommen. Auch die Zersetzung des Diallags hat so zugenommen, dass die lebhaften Polarisationerscheinungen seiner Querschnitte nicht mehr wahrzunehmen sind. Auf den Spalten und Rissen dringt der faserige Viridit ein; die Fasern desselben zeigen schon eine parallele Anordnung und diese ist es wahrscheinlich, welche die unvollkommene Schieferung des Gesteins bedingt. Parallel angeordnet erscheinen auch Schnüre von abgelösten Körnern des Titanomorphit, welcher zusammen mit Titaneisen reichlich vertreten ist.

In anderen Stücken hat die Schieferung so zugenommen, dass sie dünnplattig, aber rundhöckerig spalten.

Die Diallagkrystalle sind so matt geworden, dass sie sich nur noch schwer von der übrigen Grundmasse unterscheiden lassen.

Unter dem Mikroskop sieht man von Plagioklas keine Spur mehr; als Umwandlungsproduct desselben erscheint reichlicher der Viridit. Der Diallag ist fast vollkommen in Hornblende umgewandelt. Auffallend ist die Anordnung der staubförmigen Magnetit-Interpositionen längs der Streifung des Diallags; auch, wo der Diallag ganz verschwunden ist, erkennt man noch durch diese Interpositionen die früheren Querschnitte desselben. Die neugebildete Hornblende umsäumt und durchsetzt die Diallagreste, oder erscheint in vielen farblosen Nadelchen und Leisten in der Viriditsubstanz zerstreut liegend, von welcher sie sich aber durch ihre lebhaften Polarisationsfarben immer gut unterscheiden lässt (siehe Fig. 4,  $d$  = Diallag,  $h$  = Hornblende,  $v$  = Viridit).

Fig. 4.



Durch die Zunahme an neugebildeter Hornblende und das endliche totale Verschwinden des Diallags erhalten wir schliesslich ein Gestein, dessen ganze Beschaffenheit und Mikrostruktur die vollkommenste Uebereinstimmung mit gewissen äusserst feinfaserigen und dichten Aktinolithgesteinen oder Nephriten zeigt. Man kann wohl in der That die so beschaffenen Gesteine dieser Umwandlungsreihe geradezu als Nephritschiefer bezeichnen.

Das Gestein besteht nun nur noch aus Hornblende, Viriditsubstanz, Magneteisen und etwas Titanomorphit. Die Nadelchen, Leisten und Körner von Hornblende liegen in buntem blumenartigem Gewirr in der Viriditsubstanz.

Neugebildetes Magneteisen ist reichlich vorhanden, stellenweise in grösseren körnigen Aggregaten. Durch diesen Gehalt an Magnetit nähert sich das Gestein im Aussehen den Jadëitvarietäten (Pyroxennephrit), die man als Chloromelanit bezeichnet hat.

Von dem Verhältnis der entstehenden viriditischen Substanz und der neugebildeten Hornblende scheint es abzuhängen, ob die Umwandlungsreihe mehr den Charakter dieser Aktinolith- oder Nephritschiefer annimmt, oder aber mehr zu reinen Serpentinvarietäten hinüberführt. Nicht ausgeschlossen ist freilich auch die endliche Ueberführung des Aktinolith in Serpentin.



So würde dieser dann das eigentliche Endproduct des ganzen Processes darstellen, wie dieses auch chemisch wohl als das wahrscheinlichere bezeichnet werden kann.

Solche Stücke dichten, schwarzen, schieferigen Serpentin liegen ebenfalls vor. Obwohl von Diallag nichts mehr vorhanden ist, so sieht man doch makroskopisch an einem matten Glanz noch die Stellen, wo die Krystalle früher gewesen sind. Unter dem Mikroskop ist thatsächlich nichts mehr von den ursprünglichen Bestandtheilen zu sehen, wenn auch die parallele Anordnung der Magneteisenkörner innerhalb bestimmter Conturen sicher auf den verschwundenen Diallag verweist. Das Ganze besteht aus einem Netzwerk von neugebildetem Magneteisen (daher die schwarze Farbe), dessen Zwischenräume mit faserigem (grösstentheils radialfaserigem) Serpentin ausgefüllt sind. Die Anwesenheit von vielem Magneteisen hatte schon Cathrein vermuthet <sup>1)</sup>, weil das Gestein eine so bedeutende Wirkung auf die Magnetsadel ausübte.

Alle Stadien des Uebergangs von einem ziemlich frischen grobkörnigen, massigen Gabbrogestein zu einem, dem vielbeschriebenen Nephrit Asiens in allen Kennzeichen gleichenden Gestein einerseits und andererseits zu einem feinkörnigen faserigen Serpentin schiefer liegen vor. Der Uebergang von Pyroxengesteinen in Nephrit ist auch schon von verschiedenen anderen Forschern beobachtet worden; so gibt z. B. Arzruni in seiner Abhandlung „Neue Beobachtungen an Nephrit und Jadéit“ <sup>2)</sup> eine solche Umwandlung an.

Thatsächlich passt die Beschreibung, welche Arzruni von echtem Nephrit gibt und ebenso fast Alles, was neuerdings Traube <sup>3)</sup> von dem ebenfalls aus der Umwandlung von Diallaggesteinen hervorgegangenen Nephrit aus der Gegend von Jordansmühl in Schlesien sagt, auch auf unser Nephritgestein.

Auch in unseren Gesteinen ist es Diallag, welcher den Nephrit geliefert hat. Wahrscheinlich ist dann aus dem Nephrit wiederum die Serpentinsubstanz hervorgegangen. Ein ähnlicher Uebergang von Nephrit in ein serpentinähnliches Mineral ist auch von den oben genannten Forschern beschrieben worden.

Die Zerstückelung, Verschiebung und Biegung der verschiedenen Bestandtheile des Gesteins und besonders des Diallags sind offenbar

<sup>1)</sup> l. c. 153.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Ethnographie 1883, pag. 183.

<sup>3)</sup> N Jahrb. f. Mineralogie 1885, III. Beilageband, pag. 412.

die Folge einer mechanischen Pressung, welcher das Gestein ausgesetzt war. Diese Pressung ist es, welche den Uebergang in Schiefer bewirkt hat und wahrscheinlich zu gleicher Zeit die Umwandlung oder Paramorphose des Diallags in Hornblende bedingte; je mehr der Diallag in Hornblende übergeht, desto mehr entwickelt sich die schiefrige Structur, bis wir schliesslich den Nephritschiefer erhalten, welcher fast nur Hornblende enthält. So verlaufen also beide Processe, der der mechanischen Umformung und der der chemischen Umlagerung offenbar parallel nebeneinander, und so ist es naheliegend, sie auch genetisch in Zusammenhang zu bringen. Der mechanische Druck bedingte oder begünstigte wenigstens die chemische Umwandlung.

Aehnliche Erscheinungen sind während unserer Arbeit<sup>1)</sup> auch von G. H. Williams in einer soeben veröffentlichten Abhandlung<sup>2)</sup> und, wie schon erwähnt, früher von J. Lehmann<sup>3)</sup> beschrieben worden.

In ganz enger genetischer Beziehung mit dem Gabbro steht eine Reihe von Gesteinen, welche ihren Bestandtheilen nach als Diorit- und Amphibolitschiefer zu bezeichnen sind. Die uns von diesen vorliegenden Gesteinstücke weichen in ihrem Aussehen wenig von dem Gabbro ab, so dass man sie etwa für umgewandeltes Gabbrogestein und Chloritschiefer hätte halten können; in der That sind es die Gesteine, welche Pichler und Cathrein Chloritgabbro und Chloritschiefer genannt haben.<sup>4)</sup>

Es sind aber Gesteine, welche wesentlich aus Amphibol und Plagioklas bestehen; dieselben gehen einerseits in ein epidotreiches Gestein und anderseits, durch Zunahme der Hornblende und Zurücktreten des Plagioklases, in Amphibolitschiefer über. Chlorit ist gar nicht vorhanden; wenigstens ist es uns unmöglich gewesen, dessen Anwesenheit nachzuweisen. Obwohl die Gesteine keine Spur von Diallag enthalten, scheint es nicht unwahrscheinlich, dass der vor-

<sup>1)</sup> Schon in der August-Sitzung 1884 der niederrhein. Gesellschaft für Nat.- u. Heilkunde hatte Herr Prof. von Lasaulx die Güte, ein kurzes Referat über unsere Resultate zu geben.

<sup>2)</sup> On the Paramorphosis of Pyroxene to Hornblende in Rocks by G. H. Williams. The American Journal of Science, Oct. 1884.

<sup>3)</sup> Ueber die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine etc. Bonn 1884, pag. 190 ff.

<sup>4)</sup> Zeitschrift des Ferdinandeum, 20. 21., pag. 152.

handene Amphibol als ein Uralit nach Diallag anzusehen ist, und dass sonach das jetzt zu beschreibende Gestein in Wirklichkeit schon ein Stadium der Umwandlung aus dem normalen Gabbro darstellt, die hier aber in etwas anderer Weise verläuft.

Das Gestein, auf welches die Beschreibung des Chloritgabbro von Cathrein vollkommen passt, ist ein grobkörniges bis feinkörniges Gemenge von Hornblende und Plagioklas. Die Hornblende tritt in lebhaft glänzenden, faserigen, tafelförmigen Krystallen auf, die auf den ersten Blick allerdings an Diallag erinnern. Nadelchen und Leistchen derselben, zerstreut durch die Grundmasse und eingeschaltet in den Plagioklaskörnern, bewirken die grüne Färbung. Das Gestein zeigt die grösste Uebereinstimmung mit den Gesteinen, welche Becke<sup>1)</sup> als Smaragditgabbro aus dem Ostflügel des niederösterreichischen Waldviertels beschrieben hat. Ganz wie hier besitzen die grasgrünen, lebhaft glänzenden Hornblendetafeln in jenen Gesteinen eine täuschende Aehnlichkeit mit Diallag; auch Becke nimmt an, dass die Hornblende aus Diallag hervorgegangen ist. Der Zusammenhang und die ganz ausserordentliche Uebereinstimmung dieses Gesteins mit dem normalen Gabbro lässt auch hier den Namen Hornblende-Gabbro gerechtfertigt erscheinen, obschon streng genommen, wie gesagt, das Gestein lediglich als ein Diorit zu bezeichnen wäre.<sup>2)</sup>

Unter dem Mikroskop erscheinen die faserigen Hornblendequerschnitte stark dichroitisch, und zwar sind die Farben grasgrün für die parallel der Längsrichtung schwingenden und gelbgrün für die senkrecht dazu schwingenden Strahlen. Die Auslöschungsschiefe beträgt im Durchschnitt 19°; der Spaltungswinkel von 124° war stellenweise messbar. An den Enden der in die Länge gestreckten Querschnitte löst sich die Hornblende in Büschel von Nadelchen und Leistchen auf, welche allenthalben durch das Gestein zerstreut liegen.

<sup>1)</sup> Mineralog. und Petrograph. Mittheilungen 1882, IV, pag. 360.

<sup>2)</sup> Inzwischen haben wir noch ein weiteres Gestein dieser Suite untersucht, welches mit dem Hornblendegabbro übereinstimmt, jedoch ohne dass Epidot vorhanden ist. Dieses Gestein scheint sonach dem normalen Gabbro am nächsten zu stehen. Durch Uralitisirung ist der Diallag vollständig verschwunden, während nur die allerersten Anfänge der Epidotbildung vorhanden sind.

Nur untergeordnet erscheint Plagioklas. Er liegt in ziemlich frischen, die charakteristische Streifung aufweisenden Körnern neben den Hornblendequerschnitten.

Hornblende und Plagioklas sind ausserordentlich reich an nengebildetem Epidot. Seine Körner füllen die Querschnitte aus, oder bilden ausgedehnte Schnüre und grosskörnige Aggregate. Die grösseren lichtgelb gefärbten Körner lassen deutlichen Pleochroismus erkennen.

In der grünen Hornblende liegen in paralleler Verwachsung kleine Lamellen von brauner Hornblende, gerade wie wir dieselben in dem Diallag des normalen Gabbros beschrieben haben. Die Auslöschungsschiefe ist für beide Varietäten dieselbe. In diesen braunen Hornblendelamellen, welche auch in den zum Theil uralitisirten Diallagen unverändert erhalten sind, wäre vielleicht das wichtigste Zeichen zu erkennen, dass die hier vorliegende grüne, faserige Hornblende in der That durch Umlagerung aus Diallag hervorgegangen, also eine Uralitpseudomorphose nach diesem sei.

Ausser den anderen Bestandtheilen erscheinen vereinzelte Lamellen und Blätter eines grünen Glimmers. Er ist etwas trübe, besitzt eine starke Streifung und erscheint geknickt und gebogen; meist ist er von Titaneisen und Titanomorphit begleitet, der ihn auch durchsetzt und umsäumt. Dieser grüne Glimmer hätte dem Chlorit angehören können, und es kam wesentlich darauf an, dieses zu entscheiden. Zu diesem Zwecke wurde wieder ein Dünnschliff mit Schwefelsäure in der schon vorher beschriebenen Weise geätzt. Hierdurch musste der Chlorit, wenn vorhanden, sich wenigstens zum Theil auflösen und eine Entfärbung eintreten; dieses aber war durchaus nicht der Fall, sowohl der Glimmer als die Hornblende blieben vollständig unverändert. Es ist daher kein Chlorit vorhanden, wie es Cathrein vermuthete, die grüne Färbung dieses Gesteins und der daraus sich ableitenden ist ausschliesslich durch grüne Hornblende bedingt. Nur spärlich ist Apatit vorhanden; Nadeln desselben durchsetzen die anderen Bestandtheile und zeigen auch einen hexagonalen Querschnitt.

In den mehr zersetzten Gesteinen nimmt der Epidot besonders zu: die anderen Bestandtheile sind mit massenhaften Körnern desselben erfüllt. Der Plagioklas ist grösstentheils zu einer kaolinähnlichen Substanz umgewandelt. Unter dem Mikroskop erscheint er zerbrochen,

zerstückelt und mit Epidotkörnern und Hornblendenädelchen erfüllt. Die grösseren Hornblendetafeln sind durchlöchert, zerbrochen und in Haufwerke von Nadelchen aufgelöst, die Hornblendelamellen vielfach gebogen und geknickt. Druckerscheinungen zeigen sich also auch hier.

Endlich gehen aus dem Gesteine graugrüne feinkörnige Gesteine hervor, welche wir mit dem Namen Amphibolitschiefer belegt haben.

Sie sind dünnplattig schiefrig und besitzen fast ebene Spaltungsfugen, auf deren Oberfläche sie mit einer weissen Kalkkruste bedeckt sind. Es sind dies Gesteine, welche Cathrein als Chloritschiefer bezeichnet und auf welche die von diesem angegebenen makroskopischen Merkmale ganz genau passen.

Unter dem Mikroskop tritt erst der wahre Charakter des Gesteins hervor. Es besteht aus überwiegenden Hornblendenädelchen, ziemlich frischem Plagioklas, der zum Theil das Aussehen von neugebildetem Albit aufweist, wenig grünem Glimmer, Epidotkörnern und Magneteisen.

Von der Hornblende sind nur einige grössere durchlöcherterte und zerfetzte Querschnitte vorhanden; meist ist sie aber in Nadelchen, Leistchen und Bruchstücke aufgelöst, welche quer durcheinander liegen, oder etwa strahlenförmig angeordnet sind. Die mechanische Pressung zeigt sich in der Knickung und Biegung derselben. In diesem Gewirr kleiner Nadelchen u. s. w. liegen porphyrtig die Plagioklasreste.

Eine andere Varietät desselben Gesteins ist schwarz-grün gefärbt, flaserig und etwas schiefrig. In diesem Gestein sind die Bestandtheile winzig klein. Die grünen Blättchen und Leistchen sind theils Glimmer, theils Hornblende, beide stark dichroitisch. Durch die Verschiedenheit ihrer Farbentöne parallel und senkrecht zur Längsrichtung lassen sie sich am besten unterscheiden:

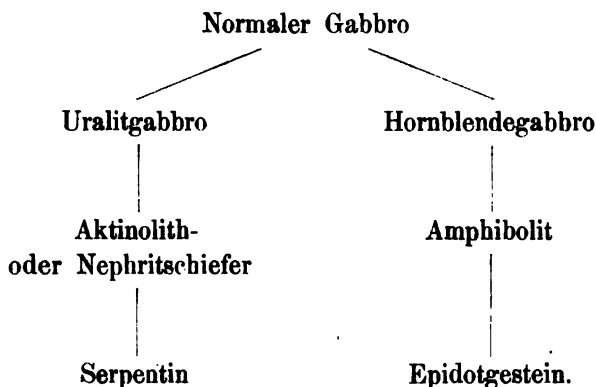
Die Hornblende erscheint blass-schilfgrün für die parallel der Längsrichtung schwingenden und grünlich-gelb für die senkrecht dazu schwingenden Strahlen;

der Glimmer ist dunkel-schmutziggrün für die parallel der Spaltbarkeit, blassgelb für die dazu senkrecht schwingenden Strahlen.

Auch löschen die Glimmerblättchen parallel und senkrecht aus, während die Hornblende die geringe Auslöschungsschiefe zeigt.

Das Gestein enthält keinen nennenswerthen Gehalt an Chlorit, durch Aetzen eines Dünnschliffes mit Schwefelsäure trat keine Entfärbung ein, auch nicht nach längerer und wiederholter Einwirkung und längerem Kochen der feingepulverten Substanz mit Chlorwasserstoffsäure.

Fassen wir die Umwandlungserscheinungen nun im Ganzen noch einmal übersichtlich zusammen, so lassen sich dieselben vielleicht am besten in folgendem stammbaumartigen Schema ausdrücken:



Mineralog. Institut der Universität Bonn, December 1884.

## IV. Notiz.

### Ueber ein neues Vorkommen von krystallisirtem Fichtelit.

Im Sommer 1884 erhielt Herr Hofrath Tschermak von dem Director des grossherzoglichen naturhistorischen Museums in Oldenburg, Herrn F. Wiepken, eine harzähnliche Substanz eingesendet, mit dem Ansuchen, dieselbe etwas näher zu prüfen.

Diese Substanz, welche nach einer gütigen Mittheilung des genannten Herrn in Salzendeich, Kirchspiel Grossenmeer, Amt Elsfleth, beim Torfgraben zwischen verfaulten Holzresten im Moor gefunden wurde, besitzt alle Eigenthümlichkeiten, welche nach Clark dem Fichtelit eigenthümlich sind. Sie ist weiss, geruch- und geschmacklos, schwimmt auf dem Wasser, sinkt im Alkohol sofort unter, ist in Aether sehr leicht auflöslich. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 45° bis 47° C. Sie beginnt bei 45° flüssig zu werden, ist aber, auch wenn man die Temperatur sehr langsam steigen lässt, etwas unterhalb 47° noch nicht ganz verflüssigt.

Dieses neue Vorkommen erscheint in morphologischer Hinsicht besonders bemerkenswerth.

Dasselbe bildet durchwegs krystallinische, zumeist blättchenförmige bis dicker tafelige Massen, welche eine ziemliche Grösse erreichen dürften, da die vorliegenden Stücke zum Theil mehr als 1 $\frac{1}{2}$  Cm. lang und über 2 Mm. dick sind, dabei entweder ein einzelnes flach verzogenes Individuum darstellen, in welchem Falle sie oft weithin mit einer und derselben, wenigstens stellenweise glänzenden Fläche einspiegeln, oder eine Art Krystallstock bilden oder endlich in Gruppen von kleinen Kryställchen ausgehen.

Da diese Aggregate zum grossen Theile mit anhaftenden Partikeln des begleitenden Holzmulms bedeckt und zugleich vielfach gerundet erscheinen, so lassen sie sich keineswegs krystallographisch genauer bestimmen.

Dagegen finden sich ausserdem auch einzelne wohlausgebildete Individuen, welche die Bestimmung des Systemes, sowie der Flächen-Combination mit befriedigender Sicherheit gestatten.

Besonders geeignet erscheint dazu ein etwa 12 Mm. breiter und ebenso langer, 3 Mm. dicker, flach-tafeliger Krystall, welcher in seinem Aussehen beiläufig der oberen, der in J. D. Dana's System of Mineralogy, 1875, pag. 735, beim Fichtelit abgebildeten, mit 616 bezeichneten Figuren gleichkommt, mithin gleichfalls einen sechsseitigen Umriss aufweist, dabei aber ebenmässiger gebaut erscheint, indem  $\alpha$ - und  $b$ -Axe so ziemlich im Gleichgewichte entwickelt sind.

Wie dort, besteht das Individuum aus der Combination einer vorherrschenden Endfläche (001), Querfläche (100) und dem aufrechten Prisma (110).

In sehr naher Uebereinstimmung mit den von Clark beim Fichtelit gefundenen Daten wurden die Winkel

$$001 : 100 = 127^{\circ}5', 100 : 110 = 131^{\circ}, 110 : \bar{1}10 = 98^{\circ} \text{ gemessen.}$$

Das System ist, wie schon Clark angibt, monoklin, was daraus hervorgeht, dass die Kante 100:001 den von den Kanten 110:001 und  $\bar{1}10:001$  gebildeten Winkel halbirt und gleichzeitig der Supplementwinkel von 110:100 die Hälfte ausmacht von dem Winkel, welcher zwischen 110 und  $\bar{1}10$  gemessen wurde.

Dagegen zeigt der genannte Krystall keinen Hemimorphismus in der Richtung der Orthodiagonale — was nach Clark an Fichtelitkrystallen häufig zu beobachten ist — da an demselben das verticale Prisma sowohl zur Rechten als zur Linken in gleicher Weise ausgebildet erscheint.

In optischer Beziehung ergibt das erwähnte Individuum auf der Endfläche i. p. L. nach der Orthodiagonale gerade Auslöschung und unter dem Nörrenberg'schen Polarisationsapparate betrachtet das Bild eines Hyperbelastes, dessen Ursprung am Rande des Gesichtsfeldes auf der Seite der stumpfen Kante 001:100 zu suchen ist. Auf der Gegenseite des Gesichtsfeldes ist von der Hyperbel eines zweiten Axenbildes nur eine schwache Andeutung zu bemerken.

Jedenfalls aber würden die hier beobachteten Erscheinungen schon darauf hindeuten, dass die optische Axenebene mit der Symmetrieebene des Krystalles zusammenfällt und dass der Axenwinkel an der auf der Endfläche austretenden Mittellinie ein grosser ist.

Weitere Beobachtungen an anderen, zwar weniger vollkommen ausgebildeten, jedoch, wie sich constatiren liess, nach der Orthodiagonale langgestreckten und nach 001 mehr oder minder flach ausgebildeten Individuen, ergaben in krystallographischer Beziehung das Vorhandensein weiterer Flächen in der Zone der Orthodiagonale, und zwar insbesondere des Querprismas ( $\bar{1}01$ ), dessen Winkel mit (001) zu circa  $106^\circ$  bestimmt wurde (während er nach Clark  $105^\circ$  beträgt); in optischer Beziehung lieferten dieselben bei der Untersuchung im Schneider'schen Apparate Erscheinungen, welche geeignet sind, die vorhin ausgesprochene Vermuthung, dass die optische Axenebene der krystallographischen Symmetrieebene hier parallel liege, vollinhaltlich zu bestätigen.

Es ist noch zu bemerken, dass auch Zwillingsbildung an den vorliegenden Krystallen nicht selten zu sein scheint, und zwar eine derartige Zwillingsbildung, bei welcher die Endflächen zugleich einspiegeln und die Umrisse der Individuen in der Endfläche zusammenfallen, was auf das Zwillingsgesetz: Zwillingsaxe die Normale zu 001 hinweisen würde.

Der von Rumpf seinerzeit beschriebene Hartit aus der Kohle von Oberdorf, welcher im Aussehen und der Farbe dem vorliegenden Fichtelit im Ganzen genommen sehr gleicht, besitzt gleichwohl einen viel höheren Schmelzpunkt und scheint sich auch in krystallographischer und optischer Hinsicht mit dem Fichtelit nicht identificiren zu lassen.

Zu bemerken wäre schliesslich noch, dass nach Angabe des Herrn Directors Wiepken Fichtelit unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie sie hier beschrieben wurden, auch noch im Raste der Moor (Amt Oldenburg), ferner lagenweise zwischen den Jahresringen von Kiefernholz bei Ausschachtung des Friezoyther Canals (Amt Friesoythe) in den Spätepändern 1½ M. tief im Moor gefunden wurde.

Mineralog.-petr. Institut in Wien, December 1884.

Dr. M. Schuster.



## Literatur.

- Credner H.: Das sächs. Granulitgebirge und seine Umgebung. — Erläuterz. z. d. Uebersichtskarte d. sächs. Granulitgeb. u. s. Umg. 1:100.000. Leipzig, Engelmann, 1884.
- Diener C.: Ein Beitr. zur Geologie d. Centralstockes der julischen Alpen. Mit 1 Kart. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 34. Bd. 4. H. 1884.
- Diller J. S.: Fulgurite from Mount Thielson, Oregon. W. 5 fig. — Amer. Journ. of Sc. Vol. XXVIII. 1884.
- Doelter C.: Ueber d. Abhängigkeit d. optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. I. Bd.
- v. Foulton H. B.: Ueber d. petrogr. Beschaffenheit krystallin. Schiefergesteine a. d. Radstätter Tauern u. d. westlichen Fortsetzung. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 34. Bd. 4. H. 1884.
- Genth F. A.: On Herderite. — Amer. Philos. Soc. 1884.
- v. Gümbel K. W.: Geologie von Bayern. Erster Theil: Grundzüge der Geologie. 1. Lieferung. — Kassel 1884.

Wenn ein Forscher von der Bedeutung Gümbel's die Resultate langjähriger Erfahrung zu einer gedrängten Uebersicht vereinigt, darf man ein gediegenes Werk von vorneherein erwarten.

Die vorliegende 1. Lieferung behandelt die „Hylologie“ der Erde und bespricht zuerst die wichtigen gesteinsbildenden Minerale, wobei das Bestreben hervortritt, auch den neueren in der Petrographie üblichen Untersuchungsmethoden möglichst gerecht zu werden. Sodann folgt das Capitel über Petrographie. Nach der allgemeinen Erörterung über Gemengtheile, Textur und chemisches Verhalten wird eine Uebersicht über die gebräuchlichen Eintheilungen der Gesteine gegeben. In dem vorliegenden Werke wird nun eine neue Eintheilung der Gesteine versucht, und wenn man die einzelnen Gruppen in's Auge fasst, wird man finden, dass dieselben meist Zusammengehöriges vereinigen und eine gute Uebersicht gewähren. Dass aber auch dieser Versuch nicht ganz frei von Mängeln sein kann, ist bei dem gegenwärtigen Zustande der Petrographie wohl selbstverständlich.

In dem speciellen Theile der Petrographie werden dann die einzelnen Gesteinstypen beschrieben und man wird anerkennen, dass hier in verhältnissmässig engem Rahmen in glücklicher Auswahl das Wichtige geboten wird.

Eine grosse Zahl von Dünnschliffbildern ist dem Texte beigegeben, welche die Structurverhältnisse der Gesteine gut wiedergeben, so weit dies in schwarzen Bildern überhaupt erreichbar ist.

Becke.

- v. Hauer Fr.: Erze und Mineralien aus Bosnien. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 34. B. 4. H. 1884.
- Derselbe: Die Krausgrotte bei Gams in Steiermark. Mit 5 Illustr. — Oesterr. Touristen-Zeitung. IV. B. Nr. 2 und 3. 1885.

Haushofer K.: Mikroskopische Reactionen. — Sitzber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. München 1885.

Hjortdahl Th.: Colemanit et krystalliseret kalkborat fra Kalifornien. — Vidensk. Selsk. Forh. Nr. 19. 1884.

Hussak E.: Anleitung z. Bestimmen d. gesteinsbildenden Mineralien. — Leipzig 1885.

Eine recht fleissig gearbeitete Zusammenstellung der Methoden, welche jetzt zur Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale in Gebrauch sind, die um so verdienstlicher ist, als die bahnbrechenden Werke von Zirkel, Rosenbusch durch den Fortschritt der letzten Jahre bereits stark überholt sind.

Von grossem Nutzen sind die tabellarischen Zusammenstellungen der morphologischen Kennzeichen in der zweiten Hälfte des Buches. Hier dürfte indess die Rubrik: Lichtbrechung und Doppelbrechung einer Revision zu unterziehen sein. Um ein Beispiel zu nennen, pag. 92, wird die sehr starke Lichtbrechung der Minerale der Granatgruppe, die ein so hervorragendes Kennzeichen derselben bildet, verschwiegen, pag. 96, wird dem Fluorit, dessen Brechungsindex bekanntlich schwächer als beim Steinsalz ( $n = 1.435$ ) sehr starke Lichtbrechung zugeschrieben.

Die Doppelbrechung des Quarz wird pag. 105 als sehr schwach, die des Orthoklas pag. 140 als ziemlich stark bezeichnet; das Verhältniss ist aber umgekehrt.

Das Buch ist zwar ausdrücklich für Anfänger bestimmt, indess werden auch für den Forscher die ausführlichen Literaturangaben über die einzelnen Minerale von Werth sein.

Becke.

Kalkowsky E.: Ueber Olivinzwillinge in Gesteinen. Mit 1 Taf. — Zeitschr. f. Krystgr. etc. X. 1. 1885.

Klein C.: Optische Studien am Leucit. Mit 1 Taf. — Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. etc. z. Göttingen. Nr. 11. 1884.

Koort W.: Beitr. zur Kenntnis des Antimonglanzes. — Inaug.-Diss. (Freiburg i. B.) Berlin 1884.

v. Lasaulx A.: Der Granit unter dem Cambrium des hohen Venn. — Verh. d. naturhist. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 1884.

Derselbe: Vorträge und Mittheilungen: Erdbeben von Ischia. A. d'Acchiardi: I Metalli. Meteoreisen von Santa Rosa. Augitandesite im Siebengebirge. Mechanische Metamorphose von Eruptivgesteinen. Baryt von Mittelagger. — Verh. d. nieder-rhein. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. Jahrg. 41. 1884.

Lewis Carvill H.: Notes on the progress of Mineralogy in 1884. — Monthly Notes in the Amer. Nat.

Liebisch Th.: Neuere Apparate f. d. Wollaston'sche Methode z. Bestimmung v. Lichtbrechungsverhältnissen. II. Das Fuess'sche Totalreflectometer Mod. II. Mit 1 Hlzschn. — Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1885.

Derselbe: Ueber eine Goniometervorrichtung, welche zur Messung zersetzbarer Krystalle dient. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. I. Bd.

de Limur Cte.: Catalogue raisonné des minér. du Morbihan. — Vannes 1884.

Scacchi Eug.: Contribuzioni mineralogiche: Sull' euclorina, sull' ericalco e sul melanotallo. Mit 1 Hlzschn. — Estr. d. Rendic. d. B. Ac. d. Sc. Fis. e Mat. di Napoli. Fasc. 12<sup>a</sup>. 1884.

- Schröder M.: Chloritoidphyllit im sächs. Voigtlande. — Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. LIV. Bd. 4. H. 1884.
- Seeck A.: Beitr. z. Kenntn. der granitischen Diluvialgeschiebe in den Provinzen Ost- und Westpreussen. — Zeitschr. d. D. geol. Ges. Jahrg. 1884.
- Streng A.: Ueber einige mikroskopisch-chemische Reationen. — N. Jahrb. f. Min. 1885. I. Bd.
- Strüver J.: Ueber Columbit von Craveggia in Val Vigizzo (Ossola, Piemont). Mit 1 Hlzschn. — Zeitschr. f. Krystgr. etc. X. Bd. 1. H. 1885.
- Suess E.: Das Antlitz der Erde. Mit vielen Abbildungen und Karten-Skizzen. II. Abth. 1885.
- Toula Fr.: Karte der Verbreitung nutzbarer Mineralien i. d. österr.-ung. Monarchie. Karte nebst Text. — Physikalisch-statist. Atlas v. Oesterreich-Ungarn. Nr. 12. Wien, Hölzel.
- Traube H.: Ueber d. Nephrit v. Jordansmühl in Schlesien. — N. Jahrb. f. Min. III. Beil.-Bd. 1884.
- Vacek M.: Beitr. zur Geologie d. Badstätter Tauern. Mit 1 Profiltaf. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 34. Bd. 4. H. 1884.
- la Valle G.: Sui geminati polisintetici del diopside di Val d'Ala. — Reale Ac. d. Linc. 1883/84.
- Wichmann A.: Ueber Gesteine v. Labrador. — Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1884.
- Derselbe: Ueber eine Methode zur Isolirung von Mineralien behufs ihrer mikrochemischen Untersuchung. — Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. I. Bd. 1884.

## V. Ueber Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole.

Von Friedrich Becke.

(Mit 10 Zinkographien.)

### I. Bronzitzwillinge.

Ich habe in einer früheren Mittheilung<sup>1)</sup> erwähnt, dass sich in den bronzitführenden Augit - Andesiten sternförmige, kreuzähnliche oder knieförmige Verwachsungen von Bronzitkrystallen finden, deren häufiges Auftreten die Vermuthung nahe legt, dass denselben eine gesetzmässige Zwillingsbildung zu Grunde liege.

Ein glücklicher Zufall erlaubte diese Vermuthung näher zu prüfen. In den Andesiten der südlichen Bukowina trifft man die Bronzite oft in grosser Schärfe ankrystallisirt, so dass man ihre Form aus den Durchschnitten mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen kann.

Querschnitte zeigen vorherrschend die beiden Pinakoide. Jenes, welchem die Axenebene parallel ist, erscheint meist breiter, die Ecken des Rechteckes sind durch die Prismenflächen abgestumpft; diesen parallel beobachtet man häufig Spaltrisse. Messungen an Querschnitten, deren richtige Orientirung durch konoskopische Beobachtung controlirt wurde (die positive Mittellinie erscheint in der Mitte des Gesichtsfeldes), ergaben in Uebereinstimmung mit den bekannten Thatsachen,

---

<sup>1)</sup> Diese Mitth. Bd. V, pag. 529.

dass die Axenebene parallel der kürzeren Diagonale des Prismas verläuft. Es wurde nämlich gefunden <sup>1)</sup> (Fig. 1):

Fig. 1.

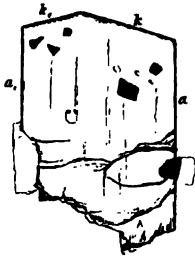


$$a m_1 = 46.3^\circ \quad b_1 m_1 = 44.8^\circ$$

$$a m_2 = 46.3^\circ \quad b_2 m_2 = 43.9^\circ$$

Unter den Längsschnitten können zur Bestimmung der Endformen zunächst jene verwendet werden, welche senkrecht auf der negativen Mittellinie orientirt sind. Alle Schnitte, welche beiläufig diese Richtung haben, sind durch ein sehr flaches Dach geschlossen. Ein ziemlich genau orientirter Schnitt dieser Art wurde wieder zur Messung verwendet und ergab folgende Winkel (Fig. 2):

Fig. 2.



$$a k = 77.8^\circ$$

$$a_1 k_1 = 73.5^\circ$$

$$k k_1 = 29.0^\circ$$

Für das am Bronzit <sup>2)</sup> beobachtete Doma (104) berechnen sich diese Winkel zu  $74^\circ 4'$  und  $31^\circ 52'$ .

Ferner können zur Bestimmung der Formen noch jene Längsschnitte verwendet werden, welche senkrecht auf die optische Normale also parallel  $a$  (100) geschnitten sind, denn auch diese lassen sich durch die charakteristische lemniscatenähnliche Vertheilung der Farben im convergenten Licht mit Sicherheit erkennen und auf ihre Orientirung prüfen. Derartige Längsschnitte zeigen stets ein steileres Dach; der Winkel am Scheitel wurde in dem Figur 3 dargestellten Falle gemessen mit  $59.3^\circ$  am mittleren, mit  $58.8^\circ$  am linken Individuum. Dies weist auf die gewöhnlichen Pyramiden des Bronzits:  $o$  (112),  $e$  (124), welche wie alle Pyramiden der Zone (100)(012) in Schnitten parallel  $a$  (100) den Winkel  $60^\circ 57'$  verlangen.

Diesen dreierlei Durchschnitten entspricht als einfachste Combination:

$$a (100) \quad b (010) \quad m (110) \quad e (124).$$

<sup>1)</sup> Es sind überall die äusseren Winkel angeführt, welche durch die Winkel der Normalen gemessen werden.

<sup>2)</sup> Aufstellung des Bronzit nach V. v. Lang: Ueber den Enstatit im Meteor-eisen von Breitenbach. Sitzber. der Wiener Akad. d. Wiss. 1869, Bd. CXXIX, II, Abth. pag. 848.

Die Durchschnitte der letzten Art mit spitzem Dach und senkrecht auf die optische Normale sind es nun, die sich häufig in den besprochenen Gruppierungen vorfinden. Ein glücklicher Zufall ist es, dass in einem Dünnschliffe des bronzitführenden Augit-Andesites vom Luccaciu an der Grenze der Bukowina und Siebenbürgens eine dieser Gruppen, die in Fig. 3 abgebildet ist, annähernd genau orientirt war und daher die Möglichkeit bot, Messungen zur Bestimmung des Zwillingsgesetzes anzustellen.

Zunächst lehrt die konoskopische Beobachtung, dass sämtliche drei Individuen senkrecht zur optischen Normale geschnitten sind: das charakteristische symmetrische Interferenzbild bestehend aus lemniscatenähnlichen Farbencurven, welche bei Anwendung eines Quarzkeiles nicht in derselben Weise reagieren wie das Interferenzbild um eine der Mittellinien, erscheint in allen drei Individuen nahezu genau in der Mitte des Gesichtsfeldes. Dadurch ist festgestellt, dass die drei Individuen die Querfläche  $a$  (100) gemeinsam haben.

Die Winkel der Verticalaxen wurden durch Messung an den Rändern der Durchschnitte u. d. M. bestimmt; es ergab sich für den Winkel der Verticalaxen der Individuen.

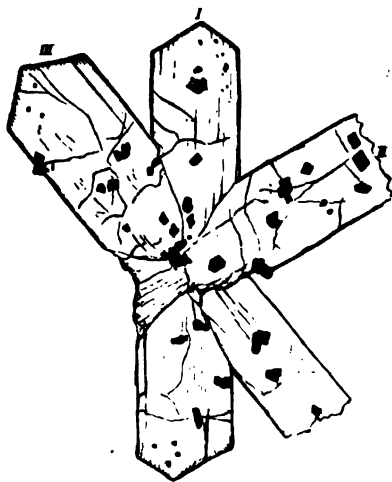
$$I. II = 61^{\circ} 10'$$

$$I. III = 42^{\circ} 35'$$

Um aus diesen Messungen die wahrscheinlichen Zwillings Ebenen zu rechnen, hat man sich gegenwärtig zu halten, dass die Zwillings Ebene ein Längsdoma sein muss, ferner dass die Individuen sich entweder an der Zwillings Ebene, oder an einer dazu senkrechten Ebene berühren können.

Dem Winkel der Hauptaxen von I und II entspricht eine Neigung der Zwillings Ebene gegen die Fläche  $b$  (010) von  $30^{\circ} 35'$  oder  $59^{\circ} 25'$ , je nachdem man Berührung an der Zwillings Ebene oder senkrecht dazu annimmt. Die letztere Annahme führt zur Fläche (012), welche

Fig. 8.



mit (010)  $59^{\circ} 31'$  einschliesst. Die erste Annahme führt zu keinem einfachen Zeichen für die Zwillingsebene. Nimmt man demnach (012) als Zwillingsebene an, so berechnet sich der Winkel der Verticalaxen wie folgt:

$$I. II = 60^{\circ} 58' \text{ gerechnet } 61^{\circ} 10' \text{ gemessen.}$$

Für die Individuen I und III müsste die Zwillingsebene mit  $b$  (010) einschliessen:  $21^{\circ} 17.5'$  bei Berührung an der Zwillingsebene,  $68^{\circ} 42.5'$  bei Berührung senkrecht zu derselben. Wieder führt nur die letztere Annahme zu einem einfachen Zeichen für die Zwillingsebene, nämlich zu dem Doma (013), welches mit  $b$  (010)  $68^{\circ} 34'$  einschliesst.

Unter Voraussetzung dieses Zwillingsgesetzes berechnet man für den Winkel der Verticalaxen:

$$I. III = 42^{\circ} 51' \text{ berechnet } 42^{\circ} 35' \text{ gemessen.}$$

Eigenthümlicherweise stehen auch die Individuen II und III gegeneinander in Zwillingstellung nach der Fläche (023). Dieses Zwillingsgesetz fordert nämlich für den Winkel der Verticalaxen:

$$II. III = 103^{\circ} 45' \text{ gerechnet } 103^{\circ} 45' \text{ gemessen.}$$

Unter den sonst von mir beobachteten Bronzitgruppen, die für Zwillinge gehalten werden dürfen, scheint ein Winkel von circa  $60^{\circ}$  häufiger wiederzukehren. Demnach dürfte das erste der abgeleiteten Zwillingsgesetze: Zwillingsebene (012) häufiger auftreten.

Nach der Aufstellung, die G. vom Rath dem Amblystegit gegeben hat, und die für die Minerale der Bronzitgruppe noch vielfach in Gebrauch ist, würden die hier berechneten Zwillingsgesetze lauten:

- |    |                      |       |   |       |              |                             |
|----|----------------------|-------|---|-------|--------------|-----------------------------|
| a) | Zwillingsebene (012) | Lang  | = | (101) | $P_{\infty}$ | v. Rath                     |
| b) | "                    | (013) | " | =     | (203)        | $\frac{2}{3}P_{\infty}$ " " |
| c) | "                    | (023) | " | =     | (403)        | $\frac{4}{3}P_{\infty}$ " " |

Ein Zwilling nach einem der hier formulirten Zwillingsgesetze und zwar nach (012) scheint schon früher von Drasche<sup>1)</sup> beobachtet worden zu sein. Drasche beschreibt nämlich einen Zwilling von Bastit (also verändertem Bronzit) aus einem ähnlichen Eruptivgestein, nämlich einem Augit-Andesit von Videna bei Rohitsch. Die beiden Individuen haben die Ebene vollkommenster Spaltbarkeit gemeinsam und der Winkel der Verticalaxen beträgt  $61^{\circ}$ . (Die Angabe

<sup>1)</sup> Zur Kenntnis der Eruptivgesteine Steiermarks. Diese Mitth., 1873, pag. 5.

dieses Winkels zu  $30^{\circ} 30'$  beruht offenbar auf einem Versehen, die Zeichnung und der Context weisen darauf hin, dass  $30^{\circ} 30'$  der halbe Winkel der Verticalaxen sei.)

Drasche berechnet l. c. freilich ein ganz anderes Gesetz, nämlich Zwillingsebene das Doma (302). Doch beruht diese Berechnung auf einem Irrthum, der sich wohl aus der argen Verwirrung erklärt, in die die Bezeichnung der Flächen bei den Mineralen der Bronzitgruppe durch die verschiedene Art der Aufstellung gerathen ist. Drasche deutet nämlich die Fläche vollkommener Spaltbarkeit am Bronzit zu (010), wie es allerdings für die ältere Aufstellung des Bronzit richtig wäre, und geht unter dieser Voraussetzung in die Rechnung ein, in welcher das Axensystem von v. Lang benützt wird; v. Lang hat aber den Bronzit anders aufgestellt, so dass die Fläche vollkommenster Spaltbarkeit das Zeichen (100) erhält. Daher der Fehler.

Die von Drasche mitgetheilten Beobachtungen erlauben festzustellen, dass hier ebenfalls ein Zwilling nach (012) vorliege. Denn auch hier fallen die Flächen  $\alpha$  (100) in eine Ebene und der beobachtete Winkel der Verticalaxen von  $61^{\circ}$  stimmt mit meiner Rechnung.

Eine fernere Bestätigung für die Richtigkeit des hier aufgestellten Zwillingsgesetzes und ein weiterer interessanter Beleg für die Analogie der rhombischen und monoklinen Pyroxene liegt in der Existenz von Zwillingen des gewöhnlichen Augites nach dem Gesetz: Zwillingsebene die Pyramide +  $P2$  ( $\bar{1}22$ ). Diese Zwillinge wurden zuerst von Naumann und Breithaupt aufgestellt, von Vrbna am basaltischen Augit von Schönhof constatirt<sup>1)</sup>.

Die Analogie tritt sofort hervor, wenn man die Zwillingsebenen in eine sphärische Projection von Augit und Bronzit einträgt (Fig. 4 und 5).

Sie wird auch im Zeichen ersichtlich, wenn man für Augit und Bronzit jenes Axenverhältnis und jene Aufstellung wählt, bei welcher die Aehnlichkeit beider am auffallendsten hervortritt, wie dies von Tschermak in seinem Lehrbuch der Mineralogie pag. 446 gesehen ist:

<sup>1)</sup> Naumann-Zirkel, Elemente der Min. 10. Aufl., pag. 590 u. f., Fig. 17, 18.  
— Neues Jahrb. f. Min. 1871, pag. 60.



Augit  $a : b : c = 1.0585 : 1 : 0.5942 \quad \beta = 89^\circ 38'$

Bronzit  $a : b : c = 1.0295 : 1 : 0.5868 \quad \beta = 90^\circ$ .

Unter Zugrundelegung dieser Dimensionen erhalten die Zwillingsebenen das übereinstimmende und sehr einfache Zeichen (011).

Fig. 4.

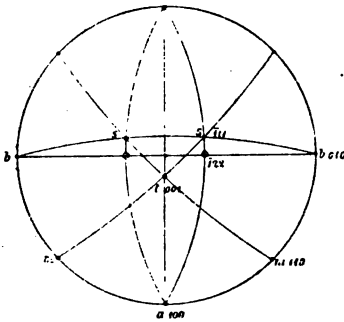
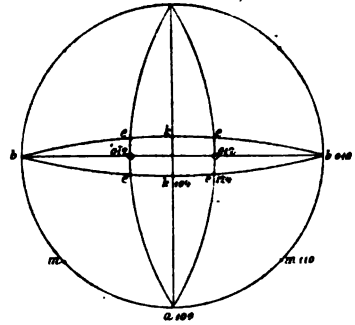


Fig. 5.



Es dürfte diese Zwillingungsverwachsung auch bei den monoklinen Augiten öfter vorkommen. Ein grosser Theil der sogenannten knäuel-förmigen Verwachsungen von Augit dürfte solche Zwillinge repräsentiren. Freilich lässt sich dies beim monoklinen Augit noch schwerer nachweisen als beim Bronzit.

## II. Angeblich anomale Zwillinge von Augit und Hornblende.

Angaben über Zwillinge von Augit und Hornblende, die nicht nach dem gewöhnlichen Gesetz gebildet seien, findet man in der petrographischen Literatur nicht selten. Zuletzt hat Cohen in den Erläuterungen zu seiner ausgezeichneten „Sammlung von Mikrophotographien“ pag. 13, Anmerkung, aufmerksam gemacht, „dass Zwillinge oder Viellinge mit einer zur Verticalaxe geneigten Zusammensetzungsfläche eine bei Augiten und Hornblenden ausserordentlich häufige Erscheinung sind.“

Auf Taf. XXVIII, Fig. 4 der citirten Sammlung, ist ein derartiger Augitzwilling abgebildet. Allein dieser, sowie wohl alle ähnlichen, angeblich anomalen Zwillinge von Augit und Hornblende, lassen sich ganz ungezwungen auf das gewöhnliche Zwillingsgesetz zurückführen.

Herr Professor Cohen hatte die Güte, mir das betreffende Originalpräparat sowie einige Schiffe von Amphibol-Biotitgranit aus

dem Odenwald mit den für anomal gehaltenen Zwillingen von Hornblende zur Untersuchung zu überlassen und mich dadurch in den Stand gesetzt die Prüfung an den geeignetsten Objecten durchzuführen. Es ist mir eine angenehme Pflicht ihm hierfür öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Nach diesem Originalpräparat und zwar nach der Unterseite desselben, ist die Fig. 6 gezeichnet, welche daher gegen das Photogramm verwendet erscheint. Vergleiche die Anmerkung<sup>1)</sup>.

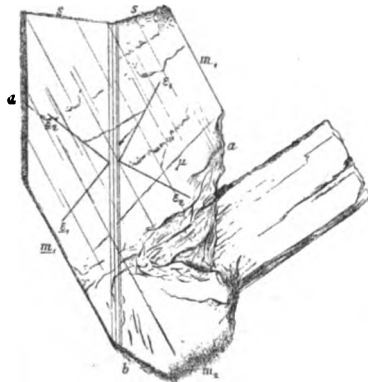
Zunächst fällt sofort in die Augen, dass die Spaltrisse nach dem Prisma in beiden Individuen parallele Lage haben, und aus einem Individuum ohne jede Störung des Verlaufes in das zweite hinübersetzen. Da man sich durch Heben und Senken des Tubus überzeugen kann, dass auch die Fläche der Spaltrisse keinerlei Veränderung an der Zwillingsgrenze erfährt, ergibt sich zunächst, dass mindestens die eine Prismenfläche, welcher eben die Spalten parallel laufen, beiden Individuen gemeinsam sein müsse. Ausserdem sieht man, dass die Zwillingsgrenze sichtlich parallel zu einer vorhandenen Krystallfläche verläuft. Diesen Bedingungen entspricht offenbar das gewöhnliche Zwillingsgesetz ganz gut. Es müsse dann der Durchschnitt in der Weise aufgefasst werden, wie durch die Buchstaben angedeutet ist.

<sup>1)</sup> Anmerkung. Im Verlaufe der Untersuchung ergab sich, dass die vom Schnitt getroffenen Krystallflächen der Unterseite des Krystalles angehören. Dies hätte bei der Eintragung der Schnittebene in die Projection und beim Vergleich der Ergebnisse der konoskopischen Untersuchung mit der Theorie Schwierigkeiten gemacht; deshalb wurde hier das Präparat von der Unterseite betrachtet.

Die untere Partie meiner Zeichnung weicht scheinbar etwas vom Photogramm ab; dies rührt davon her, dass störende fremde Körper, die im Photogramm das Auftreten von dunklen Linien veranlassen, die wie Umrisse des Krystalles aussehen, in der Zeichnung weggelassen werden.

Die auffallende gerade Linie  $\mu$ , die auch im Photogramm zu sehen ist, hielt ich anfangs für einen Spalt nach der zweiten Prismenfläche  $m_2$ . Am Präparat konnte ich mich überzeugen, dass es kein Spaltriss ist, ohne für sie eine andere plausible Deutung zu finden.

Fig. 6.

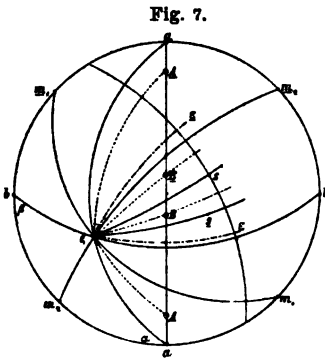


Zur weiteren Prüfung ist die Kenntnis der Lage der Schnittfläche nöthig; kennt man diese, so kann man die Winkel, welche die Tracen der verschiedenen Krystallflächen bilden, sowie die Lage der Auslöschungsrichtungen voraus berechnen und mit der Beobachtung vergleichen.

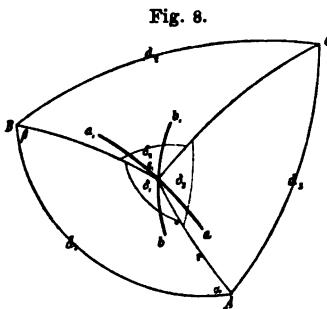
Aus den Winkeln, die die Tracen der Flächen  $a, m, b, s$  bilden, berechnete ich die Position der Schnittfläche, die gegeben ist durch die Positionswinkel  $\alpha = 38^\circ 15'$ ,  $\beta = 50^\circ 44'$ .

(Vergl. die Projection Fig. 7. Der Gang der Berechnung ist in der Anmerkung<sup>1)</sup> auseinander gesetzt.)

Um die Auslöschungsrichtungen zu berechnen, ist die Kenntnis der Lage der Mittellinie und des wahren Winkels der optischen Axen nöthig. Für den vorliegenden Augit kennt man diese nun freilich nicht, man wird aber dennoch eine angenäherte Uebereinstimmung erwarten dürfen, wenn man die optischen Constanten eines anderen Augit benützt.



<sup>1)</sup> Anmerkung. Sind in Fig. 8,  $A, B, C$  die Projectionen dreier Krystallflächen,  $\epsilon$  die Projection der Schnittfläche, so bilden in der Schnittfläche die Tracen von  $A, B, C$  Winkel, die durch die Winkel  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  gemessen werden, welche die



von  $\epsilon$  zu  $A, B, C$  gezogenen grössten Kreise einschliessen. Die Aufgabe, die zu lösen ist, besteht darin, aus diesen durch Messung bestimmten Winkeln und den bekannten Dimensionen des Dreiecks  $ABC$  die Position des Punktes  $\epsilon$  zu finden, welche am einfachsten durch Angabe der Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  bestimmt wird.

Direct lässt sich diese Aufgabe nicht leicht lösen, da sie zu sehr complicirten Gleichungen führt. Meinem geschätzten Collegen Prof. Migotti, dem ich die Aufgabe mittheilte, ist eine Lösung derselben — des Pothenot-

schen Problems auf der Kugel — ebenfalls nicht bekannt.

Ich versuchte demnach eine empirische Lösung.

Offenbar gibt es sehr viele Punkte, die so liegen, dass die zu  $A$  und  $B$  gezogenen grössten Kreise den Winkel  $\delta$  einschliessen. Diese Punkte werden alle auf einer Curve liegen. Lässt man den Abstand  $r$  der Curvenpunkte von  $A$  variiren, so kann man aus  $r, \delta_1, d_1$  das zu jedem  $r$  gehörige  $\alpha$  und  $\beta$  durch Rechnung finden

Ich benützte zur Rechnung die Angaben von Tschermak über den Augit von Borislau <sup>1)</sup>.

$$\begin{aligned} a c &= 44^{\circ} 30' \\ 2 V &= 61^{\circ}. \end{aligned}$$

Aus diesen Angaben und der Position der Schnittfläche lässt sich die Lage der Auslöschungsrichtung leicht berechnen. <sup>2)</sup>

Die Resultate der Rechnung sind hier in der Form zusammengestellt, dass die Azimute für die einzelnen Linien der Fig. 6 ange-

und auf diese Art beliebig viele Curvenpunkte bestimmen;  $a a_1$  sei ein Stück dieser Curve.

Ebenso gibt es unendlich viele Punkte, die so liegen, dass die zu  $A$  und  $C$  gezogenen grössten Kreise den Winkel  $\delta_1$  einschliessen. Sie werden ebenfalls eine Curve bilden und man wird die Position beliebig vieler Punkte ausgedrückt durch  $\alpha$  und  $\beta$  aus  $r$ ,  $\delta_1$  und  $d_1$  finden, indem man  $r$  variiren lässt.  $b b_1$  sei ein Stück dieser Curve. Die beiden Curven werden sich in einem Punkte schneiden, dieser Schnittpunkt ist der gesuchte Punkt  $s$ .

Die Construction der Curvenpunkte durch die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  ist etwas unbequem. Man kann sich dieselbe jedoch ersparen. Da es immer nur darauf ankommt ein kleines Stück der Curven zu zeichnen, und man also nur einen sehr kleinen Theil der Kugeloberfläche braucht, kann man unbedenklich die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  als rechtwinkelige Coordinaten betrachten, die Curvenpunkte nach diesen Coordinaten in Millimeterpapier einzeichnen, und die Positionswinkel des Durchschnittspunktes am Rande des Papiers unmittelbar ablesen.

Auf diesem Wege ist es möglich, aus den Tracen dreier bekannter Krystallflächen die Lage der Schnittfläche zu bestimmen. Wenn man mehr Tracen zur Verfügung hat kann man mehr als zwei Curven construiren. Dieselben werden sich dann wegen der unvermeidlichen Messungsfehler nicht genau in einem Punkte schneiden, sondern ein kleines Polygon einschliessen, dessen Schwerpunkt man für den gesuchten Punkt  $s$  nehmen wird.

Dieser Weg ist zeitraubend, da man so viele sphärische Dreiecke aufzulösen hat, als Curvenpunkte bestimmt werden. Doch ist die Zahl der nöthigen Punkte nicht sehr gross. Für die erste Curve braucht man freilich eine grössere Anzahl; für die folgenden kommt man bei geschickter Annahme von  $r$  mit 3 bis 4 Punkten aus. Dagegen führt er mit Sicherheit zum Ziele, wenn man am Durchschnitt die Tracen von 3 Krystallflächen erkennen kann. Dieselben können auch in einer Zone liegen. Auch zur Orientirung der Schiffe von Meteoreisen nach den Widmanstätten'schen Figuren dürfte diese Methode mit gutem Erfolg anwendbar sein und vielleicht rascher zum Ziele führen, als der von Brezina <sup>3)</sup> angegebene Weg.

<sup>1)</sup> Augit und Amphibol. Diese Mitth. 1871, pag. 30.

<sup>2)</sup> Tschermak, Lehrbuch der Min. pag. 170.

<sup>3)</sup> Denkschriften der kais. Akademie der Wissensch. Wien 1882, Bd. 44.

führt werden, wobei die Zwillingsebene  $a$  als Ausgangspunkt dient. Drehung im Sinne des Uhrzeigers ist positiv genommen.

Die Messungen wurden an dem Photogramm von Cohen durch Auflegen eines in halbe Grade getheilten Transporteurs ausgeführt. Die Auslöschungsrichtungen wurden an dem Originalpräparat durch Einstellung auf Dunkelheit bestimmt. Bezüglich der zweiten Prismenfläche  $m_2$  ist noch zu bemerken, dass ihre Richtung weder am Präparat noch am Photogramm genau bestimmbar war, da dieselbe von der Schlifffläche unter sehr flachem Winkel getroffen wird. Aus diesem Grunde kann sie sich auch nicht durch Spaltrisse deutlich sichtbar machen. Allerdings scheinen die treppenartig abgestuften Unebenheiten rechts oben in der Zeichnung, die auch an der correspondirenden Stelle des Photogrammes zu sehen sind, auf diese zweite Spaltrichtung zu beziehen zu sein, doch ist ihre Richtung zu unsicher und schwankend, um eine Messung zu erlauben.

	Azimut berechnet	gemessen
$a$ . . . . .	0	0
$m_1$ . . . . .	— 27° 16'	— 27·5°
$b$ . . . . .	— 60° 13'	— 60°
$m_2$ . . . . .	+ 51° 49'	?
$s$ . . . . .	+ 74° 4'	+ 74°
$s$ . . . . .	+ 98° 27'	+ 99°
$\varepsilon_1$ . . . . .	+ 22° 46'	+ 29°
$\varepsilon_2$ . . . . .	— 67° 14'	— 61°
$\varepsilon_1$ . . . . .	+ 33° 25'	+ 39°
$\varepsilon_2$ . . . . .	— 56° 35'	— 51°

Auch die konoskopische Untersuchung steht mit der durch Rechnung gefundenen Lage der Schnittfläche in Einklang. Wie es die in der Projection Fig. 7 eingetragene Orientirung erfordert, sieht man durch das rechte Individuum nach rechts seitwärts aufsteigend die Ebene der optischen Axen, und eine Axe dem Mittelpunkt des Gesichtsfeldes näher als die zweite, während das linke Individuum nichts von den Axen erkennen lässt.

Aus Allem ergibt sich unzweifelhaft, dass hier ein gewöhnlicher Augitzwilling vorliegt und dass die schiefe Lage der Zwillingsgrenze gegen die Spaltrisse nur eine Folge der schiefen Lage der Schnittfläche ist.

Die Erscheinungen, welche Streng<sup>1)</sup> an den Augiten der Palatinite, Rosenbusch<sup>2)</sup> an Augiten aus Augit-Andesiten beschreibt und die als ungewöhnliche Zwillingbildungen gedeutet wurden, scheinen mir den hier vorhandenen so ähnlich zu sein, dass auch sie bei genauerer Untersuchung sich als normale Zwillinge herausstellen dürften.

Herr Professor Cohen hatte die Freundlichkeit, mir auch eine Anzahl der für anomal gehaltenen Hornblendezwillinge aus dem Amphibol-Biotit-Granit des Odenwaldes zu übersenden; in der That ist von vornherein vorauszusehen, dass derartige schiefe Schnitte von Hornblende auch vorkommen können und ein ähnliches Bild darbieten werden, wie die Augitzwillinge. Fig. 9 stellt einen dieser Amphibolzwillinge dar. Wie aus Cohen's Beschreibung<sup>3)</sup> zu entnehmen ist, stützt sich die Bestimmung dieser Zwillinge auf die Beobachtung, dass die Lamelle parallel den Spaltrissen auslöscht, das Hauptindividuum aber schiefe Auslöschung zeigt. Hieraus wurde geschlossen, dass die beiden Individuen so verwachsen sind, dass die Querfläche des einen mit der Längsfläche des anderen zusammenfällt, woraus sich dann als Zwillingsebene das Prisma  $(120) \propto P2$  berechnen würde.

Fig. 9.



Die ganze Deutung beruht also auf der Voraussetzung, dass der Schnitt das schief auslöschende Individuum parallel der Längsfläche treffe. Anfangs der Siebziger-Jahre, als Cohen seine Beobachtungen ausführte, war man freilich noch nicht in der Lage, diese Voraussetzung zu prüfen. Heute genügt eine Untersuchung mit dem Condensor, um zu erweisen, dass diese Voraussetzung bei keinem derartigen Zwilling auch nur annähernd zutrifft. Statt der symmetrischen Interferenzfigur, welche optisch zweiaxige Platten senkrecht zur optischen Normale erkennen lassen, sieht man schief austretende Lemniscaten und Ringe des Axenbildes in unsymmetrischer Vertheilung. Damit ist also die ganze Deduction hinfällig.

<sup>1)</sup> Neues Jahrb. f. Min., 1872, pag. 379.

<sup>2)</sup> Massengesteine, pag. 410.

<sup>3)</sup> Benecke und Cohen: Geognostische Beschreibung der Umgebung von Heidelberg, 1881, pag. 69.

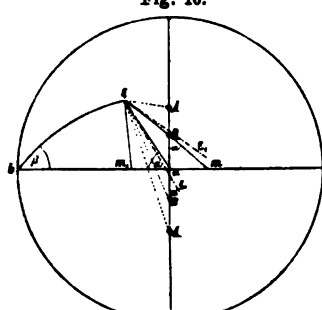
Es fragt sich nun, ob es auch hier möglich ist, den Zwilling als schiefen Schnitt eines gewöhnlichen Hornblendezwillings zu deuten. Dann wird die Lamelle die Trace von  $\alpha$  angeben; die Spalten verlaufen nach der einen Prismenfläche und nach dem Verlauf des Umrisses kann man den ziemlich geradlinigen, besonders im  $p. L.$  durch Farbenräume gekennzeichneten Rand, der in der Figur mit  $m_1$  bezeichnet ist, für die Trace der zweiten Prismenfläche einführen.

Unter Zugrundelegung dieser Annahmen und der am Präparat gemessenen Winkel bestimmte ich die Position der Schnittfläche so wie früher beim Augit. Ich erhielt folgende Winkel (vergl. Fig. 10):

$$\alpha = 56^\circ, \beta = 51^\circ 12'.$$

Die Berechnung der Auslöschungsschiefe stößt bei der Hornblende auf noch grössere Schwierigkeiten als beim Augit. Für Hornblenden liegen überhaupt sehr wenige Beobachtungen vor, welche die Auslöschungsschiefe und den Axenwinkel umfassen. Für die gemeine schwarze Hornblende, zu welcher auch die vorliegende gehört, fehlen solche Beobachtungen ganz. Tschermak gibt l. c. die Orientirung einiger Hornblenden an; dieselben zeigen einen sehr starken Wechsel, und wenn man aus seinen Zahlen für Strahlstein (St.), braune Hornblende von Volpersdorf (Vo.), Pargasit von Pargas (Pa.) und basaltische Hornblende von Cernoschin (Ce.) den Winkel berechnet, den in einem Schnitt von der [oben bestimmten Lage die der Trace von  $\alpha$  zunächst liegende Auslöschungsrichtung im Hauptindividuum und in der Lamelle mit dieser Trace bildet, so erhält man folgende Zahlen:

Fig. 10.



	St.	Vo.	Pa.	Ce.	Beobacht.
Hauptindividuum +	2° 9'	4° 1'	4° 49'	10° 23'	4·4°
Lamelle . . .	31° 48'	43° 22'	47° 36'	14° 27'	24·7°

Wie man sieht, variiren die Zahlen um mehr als 30°. Wenn also ein Vergleich einen Sinn haben sollte, müsste zuerst die Orientirung der betreffenden Hornblende bestimmt werden. Die Bestimmung an der schwarzen Hornblende aus dem Granit des Odenwaldes vorzunehmen, erwies sich als unthunlich. Dagegen konnte ich schwarze

Hornblende aus dem Tonalit des Mte. Adamello verwenden, welche sowohl in ihrem Auftreten, als in ihrer Färbung und ihrem pleochroitischen Verhalten mit der Hornblende des Odenwaldes grosse Aehnlichkeit zeigt.

An einem Schliff nach der Längsfläche, welcher von einem Zwilling hergenommen war, wurde der Winkel, den die Auslöschungsrichtungen der beiden Individuen einschliessen, zu  $29^\circ$  gemessen; daraus ergibt sich für den Winkel

$$\alpha \alpha = 14^\circ 30'.$$

Ein sehr dünner Schliff nach der Querfläche zeigte die eine der optischen Axen nicht sehr weit vom Mittelpunkt des Gesichtsfeldes entfernt und liess sogleich erkennen, dass der negative Axenwinkel bedeutend kleiner sein müsste als bei den bisher untersuchten Hornblenden.

Der scheinbare Winkel  $u$  der optischen Axe  $A$  mit der Flächennormalen wurde in Oel gemessen; sodann bei  $90^\circ$  Stellung der Nicols der verticale schwarze Balken des geschlossenen Axenkreuzes eingestellt und so der scheinbare Winkel  $v$  der Mittellinie  $a$  mit der Flächennormalen gemessen.

$$u = 26^\circ 8', \quad v = 18^\circ 9'.$$

Der Vergleich von  $v$  mit dem früher gefundenen wahren Werthe  $\alpha \alpha = 14^\circ 30'$  liess den Brechungsexponenten für den Uebergang von Oel in Hornblende beiläufig zu 1.244 bestimmen; hieraus und aus der Messung von  $u$  ergibt sich der wahre Winkel  $\alpha A = 20^\circ 44'$  somit

$$2 V = 70^\circ 28'.$$

Diese Werthe sind natürlich nur als beiläufige Annäherung zu betrachten, denn die Beobachtungen an dem dünnen Schliff nach  $\alpha$  sind wegen der Verwaschenheit des Bildes sehr ungenau; ebenso ist die Rechnung nicht strenge richtig, da auf die verschiedenen Werthe des Brechungsexponenten nach verschiedenen Richtungen der Hornblende keine Rücksicht genommen wurde.

Wenn man die hier ermittelten Werthe der Rechnung zu Grunde legt, erhält man nun allerdings eine weit bessere Uebereinstimmung, die man als Bestätigung der Theorie ansehen darf.



	Azimut berechnet	beobachtet
$\alpha$ . . . . .	0	0
$m$ . . . . .	$- 23^{\circ} 40'$	$- 23.7^{\circ}$
$m_1$ . . . . .	$+ 33^{\circ} 6'$	$+ 33^{\circ}$
$\varepsilon_1$ . . . . .	$- 27^{\circ} 13'$	$- 24.7^{\circ}$
$\varepsilon_2$ . . . . .	$+ 52^{\circ} 47'$	$+ 55.3^{\circ}$
$\underline{\varepsilon_1}$ . . . . .	$+ 3^{\circ} 54'$	$+ 4.4^{\circ}$
$\underline{\varepsilon_2}$ . . . . .	$- 86^{\circ} 6'$	$- 85.6^{\circ}$

Uebrigens kann noch ein weiteres Moment zur Prüfung der Richtigkeit herbeigezogen werden. Die Spaltrisse nach dem Prisma erscheinen im Schliff als breite schwarze Bänder. Die Breite derselben hängt ab von der Dicke des Schliffes und von der Neigung desselben gegen die Spaltfläche. Ist die Dicke  $d$ , die Neigung  $\varphi_1$ , so wird die Breite  $p_1$  ausgedrückt durch:

$$p_1 = d \cdot \cot \varphi_1$$

Ebenso erscheinen die Ränder der Zwillinglamelle von einem farbigen Saum umgeben, der von der keilförmigen Ueberlagerung durch einen Theil des Hauptindividuums herrührt. Ist die Neigung der Lamelle gegen die Schliffebene  $\varphi_2$ , so ist die Breite dieses Saumes:

$$p_2 = d \cdot \cot \varphi_2$$

Da  $d$  in beiden Fällen gleich, muss das Verhältniss bestehen:

$$p_1 : p_2 = \cot \varphi_1 : \cot \varphi_2$$

Die Winkel  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  lassen sich aus der Position der Schnittfläche leicht berechnen. Es ist:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 77^{\circ} 3' & \varphi_2 &= 56^{\circ} 19' \\ \cot \varphi_1 &= 0.2299 & \cot \varphi_2 &= 0.6664 \\ \cot \varphi_1 : \cot \varphi_2 &= 1 : 3 \end{aligned}$$

Die Breiten  $p_1$  und  $p_2$  wurden mittelst des Ocularmikrometers zu 0.9 und 2.5 bestimmt, verhalten sich also

$$p_1 : p_2 = 1 : 2.77$$

In Anbetracht des Umstandes, dass die Beurtheilung der Breite des farbigen Saumes nicht ganz sicher ist, kann man auch mit dieser Uebereinstimmung zufrieden sein.

Ich glaube es genügt an einem Beispiele gezeigt zu haben, dass sich auch beim Amphibol die angeblich anomalen Zwillinge auf schiefe Schnitte gewöhnlicher Zwillinge nach (100) zurückführen lassen.

### Resultate.

1. Der Bronzit der Andesite bildet häufig kreuz- und sternförmige Zwillinge nach Domenflächen. Das häufigste Zwillingsgesetz lautet: Zwillingsebene (012) Lang = (011) Tschermak = (101)  $P_{\infty}$  vom Rath.

2. Dieses Gesetz ist analog dem Gesetz des monoklinen Augit: Zwillingsebene  $(\bar{1}22) + P2$ .

3. Die angeblich häufigen Zwillinge monokliner Augite und Hornblenden nach  $\infty P2$  mit geneigter Berührungsebene (Cohen), muthmasslich auch die von Streng und Rosenbusch angegebenen Zwillinge, angeblich nach einem Klinodoma oder einer Pyramide sind nur schiefe Schnitte der gewöhnlichen Zwillinge nach (100)  $\infty P_{\infty}$ .

Czernowitz, Mineralog. Universitäts-Institut, Jänner 1885.

## VI. Untersuchung schwedischer Minerale.

Von Mats Weibull.

### I. Minerale von Wester Silfberg in Dalekarlien.

Schon bei einer früheren Gelegenheit habe ich einige Mittheilungen gemacht über gewisse Minerale, welche von diesem Fundorte herrühren.<sup>1)</sup> Ich war nun in der Lage, weitere Mineralarten in den Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen und die früheren Beobachtungen zu ergänzen, sowohl durch neue chemische Analysen in dem Universitäts-Laboratorium in Lund, als auch besonders durch Studien, welche hinsichtlich der optischen und physikalischen Eigenschaften derselben bei meinem Aufenthalte am mineralogisch-petrographischen Institute in Wien angestellt wurden.

Die Gruben Wester-Silfberg im Kirchspiel Norrbärke in Dalekarlien sind schon lange wegen ihrer Blei- und Silbererze bekannt. Jetzt werden sie fast ausschliesslich wegen manganhaltigen Eisenerzes (für Spiegeleisen) betrieben, und die anderen Erze nimmt man nur als werthvolle Nebenproducte mit.

Die Erze befinden sich als Einlagerungen granulitischer Gebirgsarten, welche, zu den jüngeren Bildungen unseres Urterritoriums gehörend, hier in den sogenannten „Bergslagen“<sup>2)</sup> vorzugsweise herrschen. Ein quarzreicher, ziemlich feinkörniger grauer Granulit, sehr oft mit eingewachsenen Bändern von schwarzer Hornblende, ist die herrschende Felsart dieser Gegend. In der Nähe der Fundstätten, welche sich in einem ganz engen Gebiete von 6 Kilometern Länge finden, herrscht Quarzitschiefer mit überwiegenden kleinen, hellen Quarzkörnchen und zurücktretendem dunklen Glimmer (Biotit).

In der unmittelbaren Nähe der Gruben ist der Schiefer sehr glimmerreich und wird oft typischer Glimmerschiefer. Accessorisch tritt Granat auf, der im Quarzit, sowie im Glimmerschiefer niemals gänzlich fehlt. Selten treten jedoch die anderen Minerale so zurück, dass ein wirklicher Granatfels vorliegt. Die genannten Minerale

<sup>1)</sup> Geol. Fören. Förhandl. (Stockholm). VI, 499—509.

<sup>2)</sup> Fast den grösseren Theil Mittel-Schwedens, also Wermland, Dalekarlien, Westmanland, Upland und Nerike umfassend.

beherbergen bisweilen eine Menge von Einschlüssen und besonders ist der Granat durch Quarz verunreinigt. Man findet hier auch eine strahlige Amphibolart, ferner ein blaugraues, stark dichroitisches Zersetzungsproduct derselben, einen Chlorit. Ungemein oft ist die Felsart besonders in den erzeichen Partien von Diabasgängen durchsetzt. Die Gänge, welche gewöhnlich sehr geringe Mächtigkeit besitzen, führen eine feinkörnige bis dichte, dunkelgrüne Diabasmasse, oft schwimmen grosse weisse oder helle Plagioklaskrystalle darin, welche dieser Gebirgsart Porphyrstructur ertheilen.

Die Erze sind: 1. Manganeisenerz (Magnetit, Manganocalcit und Eisenknebelit); 2. Zink-, Blei- und Silbererz (Zinkblende und Bleiglanz); 3. Arsenikerz (Arsenkies), welches letztgenannte noch nie Gegenstand des Betriebes war. Das erste, immerhin wichtigste Erz ist eine wahre Einlagerung in den früher erwähnten krystallinischen Schiefern. Ihr Streichen, N bis S, stimmt immer überein: beide fallen sehr steil gegen O. Die Hauptmasse des Eisenerzes besteht aus manganhaltigem Magnetit mit Quarz; hierzu kommen fast immer Manganocalcit und Eisenknebelit. Die Grenze zwischen dieser Anhäufung eisen- und manganreicher Minerale und den Schiefern ist gewöhnlich nicht zu finden: die Gebirgsart geht allmähig in Erz über. Jedoch kann man an der hangenden Wand in der Garpenbergs- und Slättgrube beobachten, wie Glimmerschiefer mit Granaten unmittelbar an Magnetit- oder Zinkblende-führenden Quarzit angrenzt.

Die anderen Erze kommen im Eisenerz vor, theils eingesprengt in Kalk und Quarzit, theils als kleine Stöcke. Man beobachtet in diesem Falle ein Uebereinstimmen zwischen der Lagerung der Erze und der Felsart (Lagerart). Wahre Gänge von sehr geringer Mächtigkeit mit Zinkblende, Bleiglanz und Flussspath kommen jedoch vor. Sie scheinen fast immer von sehr untergeordneter Bedeutung zu sein.

### Magnetit (Mangan-Magnetit).

Das Mineral, welches für den Grubenbetrieb den grössten Werth besitzt, kommt sehr reichlich vor, nicht nur als ganz reines Eisenerz, sondern auch als der gewöhnlichste Einschluss in allen hier vorkommenden Mineralien.

Eigenthümlicherweise scheint das Mineral immer etwas manganhaltig zu sein. So habe ich einen Magnetit (aus der Slättgrube) von

einem quarzigen Erz mit einem schwachen Magnet isolirt und fand darin 1·23 Procent *MnO*. Herr Assistent Rudelius analysirte zwei Magnetite aus einer anderen Grube; der eine bestand aus:

<i>FeO</i>	. . . . .	26·93
<i>MnO</i>	. . . . .	3·80
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	. . . . .	69·32
		<hr/>
		100·05

während der andere 6·27 Procent *MnO* enthielt.

Diese feinkörnigen, niemals krystallisirten Magnetite kommen in Manganocalcit mit Arsenkies, Quarz und Flussspath vor. Die Farbe ist grauschwarz, Glanz und Härte bieten nichts Eigenthümliches; das Gewicht des letztgenannten Magnetits war 5·064 bei 15°. Die Körner zeigten alle Kriterien eines einfachen Minerals.

### Manganocalcit.

Manganhaltigen Calcit von verschiedenem Aussehen und Constitution findet man hier sehr häufig, sowohl in mächtigen Stöcken sammt dem Eisenerz, als in mikroskopischen Körnern in vielen Mineralen.

Die Farbe ist selten weiss, fast immer lichtgrau; Stufen, welche eine Zeit lang in der Luft lagen, sind zufolge Zersetzung bräunlich gefärbt. Sowohl grob- als feinkörnige Varietäten kommen häufig vor. Auf diesen konnte ich oftmals mit dem unbewaffneten Auge die feine Zwillingsstreifung nach —  $\frac{1}{2}$  *R* beobachten. Besonders schön treten die Zwillingslamellen unter dem Mikroskop als breite, buntfarbige Bänder hervor, auch ohne Analysator, am besten dann, wenn man das Auge an den Rand des Oculars bringt und den Objectträger herumdreht.

Das specifische Gewicht einer solchen grobkörnigen Varietät (I) war 2·804 und das Spaltungs-rhomboëder ergab 104° 31·5'. Eine feinkörnige Varietät dieses Minerals (II), deren Spaltungs-rhomboëder ungefähr 107° zeigte, besass das Gewicht 3·09. Beide wurden von eingesprengten Magnetitkörnchen mittelst eines Magnets gereinigt.

Die Zusammensetzung dieser Manganocalcite war:

				Atomverhältnis in	
	I.	II.		I.	II.
		α)	β)		
<i>CaO</i> . . . . .	46·22	26·82	26·60	8·25	4·77
<i>MnO</i> . . . . .	6·98	24·32	24·89	0·99	3·47
<i>FeO</i> . . . . .	3·01	7·08	6·82	0·42	0·97
<i>MgO</i> . . . . .	0·22	—	—	0·05 9·71	— 9·21
<i>CO<sub>2</sub></i> (Verlust) . . .	42·86	40·72	40·45	9·75	9·22
Von <i>HCl</i> unzersetzt .	0·71	1·06	1·24		

Die Formel  $6 \text{CaCO}_3 + (\frac{7}{10} \text{Mn}, \frac{3}{10} \text{Fe}) \text{CO}_3$  drückt die Constitution des ersten und  $\text{CaCO}_3 + (\frac{7}{9} \text{Mn}, \frac{2}{9} \text{Fe}) \text{CO}_3$  des zweiten Minerals aus.

In der That scheint fast aller Calcit manganhältig zu sein. Reinen Calcit habe ich nur als Zersetzungsproduct von Manganocalcit in Spalten sammt Chlorit beobachtet.

Manganocalcit ist nach meiner Meinung der richtige Name dieses rhomboëdrischen Carbonates. Zwar hat Breithaupt ein nach seiner Untersuchung normales *Ca-Mn*-Carbonat des Aragonittypus (von Schemnitz) so benannt. Diese Benennung Breithaupt's war schon deshalb wenig rationell, weil solche Namen sonst die Minerale der Calcitgruppe bezeichnen (z. B. Plumbo- und Ferrocalcit). Jetzt hat eben Krenner<sup>1)</sup> gezeigt, dass das fragliche Schemnitzer-Mineral rhomboëdrisch und also ein Rhodochrosit ist.

#### W a d.

Manganocalcit unterliegt, wo er den Atmosphärien ausgesetzt ist, sehr leicht einem durchgreifenden Zerstörungsprocess. Man bemerkt schon an Stufen dieses Minerals auf Halden, wie sie bald einen braunschwarzen Ueberzug bekommen, und überall, wo das fragliche Mineral an den Tag geht, ist es sehr tief in ein braunschwarzes Pulver umgewandelt.

Ich habe ein solches Product analysirt, nachdem es von Magnetit, soweit als möglich, befreit war:

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Kryst., VIII, 242; IX, 288.

$CaO$	. . . . .	4.38
$Mn_2O_3$	. . . . .	61.56
$Fe_2O_3$	. . . . .	20.51
$H_2O$	. . . . .	8.43
Unzersetzt in $HCl$	. . . . .	3.23
		<hr/>
		98.11

Der grösste Theil des Verlustes besteht offenbar aus Kohlensäure, die im unzersetzten Manganocalcit enthalten ist. Die Constitution ist durch die Formel  $3 (Mn_2O_3, H_2O) + Fe_2O_3, H_2O$  ausgedrückt.

Unter dem Mikroskop kann man die Zersetzung des Manganocalcits ganz gut verfolgen. Der Anfang zeigt sich durch einen braunen, amorphen Farbstoff an, welcher an einem oder dem anderen Individuum, neben mehreren ganz klaren, den Umriss oder die Spalten markirt. Bisweilen sind nur einige, mehr oder weniger klare Kerne zurückgeblieben, umgeben von einer braunen, vollkommen amorphen Substanz.

### Eisenknebelit.

Dies Mineral, welches das ganze Mineralvorkommen charakterisirt, kommt sehr häufig vor und spielt eine bedeutende Rolle bei dem Spiegeleisenprocess.

Ich habe dasselbe unter dem Namen Igelströmit früher beschrieben<sup>1)</sup> und knüpfe hier nur einige Resultate an, welche sich auf mehr eingehende Beobachtungen an besserem und reichlicherem Materiale stützen.

Das Mineral besitzt dreierlei Arten von Spaltbarkeit: 1. sehr deutlich nach einem Prisma von  $49^\circ$  bis  $50^\circ$  — nach (110); der Glanz ist Fett- bis Glasglanz; 2. sehr undeutlich nach einer Richtung, welche den stumpfen Winkel gerade halbirt: also nach (100), und 3. ganz undeutlich, senkrecht gegen alle diese Spaltflächen: nach (001). Oft sind diese Spaltflächen nicht eben, sondern wellenförmig gebogen. Diese Störungen, sowie das sehr häufige Auftreten von Absonderungsflächen kann man oftmals durch Magnetiteinschlüsse erklären.

<sup>1)</sup> Geol. Fören. Förhandl., VI, 500, und ein sehr vollständiges Referat in Zeitschr. f. Kryst., VIII, 647. — Conf. Geol. F. F., VII, 263.

Die Auslöschung ist gerade an Spaltblättchen nach allen den genannten Flächen; das Mineral also rhombisch. Die optischen Axen liegen in der Ebene der Basis und die negative spitze Bisectrix fällt mit der  $a$ -Axe zusammen. Der Axen-Winkel in Glas<sup>1)</sup> ist  $63^{\circ} 30' - 64^{\circ}$ . Dispersion sehr stark:  $\rho > \nu$ . An einer Platte nach 010, wo die stumpfe (positive) Bisectrix austritt, war der Axenwinkel wegen seiner Grösse nicht exact messbar. Ich konnte nur seinen Werth annähernd zu  $120^{\circ}$  schätzen.

Die Farbentöne sind merklich verschieden und ich fand:

b graulichgelb, c graulich-gelbweiss, a grau mit Stich in's Gelbe.

$a > b > c$ .

Die chemische Constitution ist nach drei von mir früher publicirten Analysen:  $2 Fe_2 (Mg) SiO_4 + Mn_2 (Mg) SiO_4$ . In Betreff der nahen Beziehungen zu Knebelit und den übrigen Olivinmineralen verweise ich auf den nachstehenden Aufsatz über Knebelit von Dannemora.

#### Manganhisingerit.

Stufen von Eisenknebelit und Manganocalcit tragen nicht selten einen pechschwarzen, glänzenden Ueberzug, welcher hauptsächlich aus einem wasserhaltigen Mangan-Eisenoxydsilicat besteht, mit Magnetit und einem serpentinähnlichen Mineral gemengt.

Unter dem Mikroskop kann man das Entstehen dieser Producte ganz gut verfolgen. In den Spaltrissen und Sprüngen, sowie auch am Umrisse der übrigen ganz klaren Knebelitindividuen liegt bisweilen ein braunrothes, vollkommen amorphes Mineral. Oft sind ganze Aggregate von Knebelit in dieses Product umgewandelt, so dass nur vereinzelte frische Kerne das ursprüngliche Mineral verrathen. Sowohl dieses zersetzte Mineral, als frische Knebelitindividuen werden von feinen Adern eines gelbgrünen Minerals durchzogen, dessen faserige Structur erst im polarisirten Lichte klar hervortritt. In und um diese Adern herum sind die Magnetitkörner besonders reichlich. In Dünnschliffen der Manganocalcitstufen beobachtete ich den Manganhisingerit gegen den Calcit von demselben serpentinähnlichen Mineral abgegrenzt. Hier scheinen wahre Uebergänge zwischen diesen beiden Mineralen vorzuliegen, so dass man glauben sollte, jenes Mineral sei ein Zersetzungsproduct des letzteren.

<sup>1)</sup> Mit Schneider's Polarisations-Instrument gemessen.



Ich untersuchte das Pulver des braunen amorphen (Hisingerit-ähnlichen) Minerals etwas näher, nachdem der Magnetit zum grossen Theil entfernt war. In diesem Pulver konnte ich unter dem Mikroskop ausser Magnetit sowohl das serpentinähnliche Mineral, als auch Quarz und Calcit, jedoch in unbeträchtlicher Menge, entdecken. Die Härte war 4, das Gewicht 2.469, das Pulver schwarzbraun von Farbe. Die Analyse ergab:

$Si\ O_2$	. . . . .	37.09
$Fe_2\ O_3$	. . . . .	34.34
$Mn_2\ O_3$	. . . . .	15.50
$Al_2\ O_3$	. . . . .	1.39
$Mg\ O$	. . . . .	2.62
$Ca\ O$	. . . . .	1.92
$H_2\ O$	. . . . .	7.81
		<hr/>
		100.67

Nur 3.91% des Wassers geht bei 260° weg, das restirende sehe ich als basisches an. Die Constitution ist demnach  $Mg\ (Ca)\ H_4\ Fe_4\ Mn_2\ Si_6\ O_{24} + 2\ H_2\ O$ . Die Menge der Metalle ist jedoch etwas bedeutender als die Formel zeigt, was aus Beimengung des Magnetits und Mangan-Eisenoxydhydrats zu erklären ist.

Diese Formel kann schwerlich als der Ausdruck der Constitution eines homogenen Minerals gelten. Sie zeigt jedoch — nach Abzug des entfernten Magnetits — die Zusammensetzung der wichtigsten Zersetzungsproducte des Knebelits. Ein Vergleich der Verhältnisse, welche die Kiesel- und die vorwaltenden Metallatome der fraglichen Minerale zeigen, beleuchtet dies ganz deutlich:

<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	
19	24	10	im Eisenknebelit
32	22	10	im Manganhisingerit.

Wenn wir den grossen Magnetitgehalt berücksichtigen, so können wir diese Verhältnisse nicht anders deuten, als dass neben dem Entstehen dieses Minerals und wahrscheinlich zugleich auch von Mangan-Eisenoxydhydrat das restirende Eisen und Mangan als höhere Oxyde ein wasserhaltiges Silicat constituiren, und dass gleichzeitig der Magnesiagehalt des Knebelits (ca. 3%) in einen Serpentin übergeht.

## Silfbergit.

Seitdem ich diese Mineralart zuerst beschrieb<sup>1)</sup>, bin ich durch weitere Beobachtungen in die Lage versetzt, meine damalige Darstellung erweitern und vervollständigen zu können, sowohl in Beziehung auf die chemische Constitution, als besonders bezüglich der optischen Eigenschaften.

Das Mineral ist in einigen Gruben, wie Hedwigsgrube, sehr gewöhnlich; übrigens begleitet es oft den Knebelit. Man findet es in verworrenen, kleinstengeligen Aggregaten von mehr oder minder breiten Nadeln. Die Farbe variirt von dunkelgelb bis braungrau. Der Strich ist fast weiss, das Gewicht einer hellen Varietät war 3.446 bei 17°, die Härte = 5.5°.

Isolirte Individuen zeigen nur die Prismaflächen (110) und die Längsfläche (010); diese sind eben die einzigen Spaltflächen. Nach vielen Messungen hat das Prisma 54° 30'; die Spaltbarkeit ist hier sehr gut, der Glanz Glasglanz. Nach 010 spält das Mineral weniger vollkommen.

Unter dem Mikroskop beobachtet man sehr häufig bei Anwendung des polarisirten Lichtes, dass viele Krystalle Zwillinge nach 100 sind; eingeschaltete dünne Zwillingslamellen nach derselben Fläche kommen auch sehr allgemein vor. In Dünnschliffen zeigen sich die Spaltrisse nach 110 als breite Linien, welche, falls ein Längsschnitt vorliegt, nach der Längsrichtung des Individuums gehen, im Falle eines Querschnittes ein scharf markirtes rhombisches Netzwerk bilden.

An vielen Längsschnitten nach 110 und 010 beobachtet man feine untereinander parallele Linien, welche besonders an den Rändern der Individuen und an einer Zwillingsebene deutlich hervortreten. In zwei Platten, nach 010 geschliffen, fand ich ihren Winkel gegen den Umriss oder die Spaltrisse 68° 42' und 69° 30'. An Spaltplättchen nach 110 erscheint dieser Winkel etwas grösser (bis 72°). Platten nach 100 zeigen diese Erscheinung nicht. Es ist wahrscheinlich, dass hier sehr zarte Zwillingslamellen nach 001 vorliegen, derselben Art, wie sie viele Minerale der Diopsidreihe zeigen.<sup>2)</sup> Eine Absonderung in der angegebenen Richtung habe ich jedoch nicht

<sup>1)</sup> Cit. Aufs., pag. 504.

<sup>2)</sup> Tschermak: Ueber Pyroxen und Amphibol. Diese Mitth., 1871, pag. 22.

- beobachtet. Wäre diese Erklärung richtig, so ist der Winkel  $\beta$  un-  
gemein klein ( $= 70^\circ$ ); ich erinnere gleichzeitig, dass der Prisma-  
winkel  $54^\circ 30'$  sehr bedeutend von dem gewöhnlichen abweicht.

Die Auslöschung, welche an Platten nach 100 gerade, parallel  
den Spaltrissen war, gab übereinstimmend an Spaltplättchen sowohl  
nach 110 als  $\bar{1}\bar{1}0$ , welche von demselben Individuum abgespalten  
waren,  $11^\circ 30'$ , und an Platten, die so viel als möglich nach 010 ge-  
schliffen waren,  $13^\circ 45'$ ; an Querschnitten fand ich die Auslöschung  
diagonal.

Die optischen Axen liegen, wie bei den Amphibolen, im kline-  
diagonalen Hauptschnitte (Symmetrie-Ebene) und die Doppelbrechung  
ist negativ. An Platten nach 100 sieht man eine Axe am Rande des  
Gesichtsfeldes.

Der Pleochroismus ist sehr deutlich; dünne Platten gaben:

c schmutzig-braun, b braungelb mit Stich in's Grün, a blass-  
gelbweiss.

$$c > b > a.$$

Das Mineral wird von den gewöhnlichen starken Säuren nicht  
angegriffen. Beim Erhitzen nimmt das Gewicht zu, und das Mineral  
wird schwarz, aber schmilzt nicht. Eine helle (I) und eine dunkle  
(II) Varietät, welche ich analysirte, bestanden aus:

	Sauerstoff			
	I.	II.	I.	II.
<i>SiO<sub>2</sub></i> . . . .	49.50	48.63	26.39	25.93
<i>FeO</i> . . . .	30.69	33.65	6.82	7.47
<i>MnO</i> . . . .	8.24	7.32	1.88	1.67
<i>MgO</i> . . . .	8.10	6.12	3.24	2.45
<i>CaO</i> . . . .	2.02	1.96	0.58	0.56
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> . . . .	0.69	1.33	0.43	12.95
Glühverlust . . . .	0.40	0.60	0.62	12.77
	99.64	99.61		

Das erste Mineral war vollkommen frei von jedem Einschluss,  
in dem letzteren beobachtete ich (in Dünnschliffen) einige sehr kleine  
Magnetitkörnchen.

Noch dunklere Varietäten fehlen nicht, leider waren sie so  
unrein, dass eine Analyse ohne Bedeutung wäre.

Die chemische Constitution der analysirten Silfbergite ist sehr

correct durch:  $Fe (Mg Mn) SiO_3$  ausgedrückt und das Verhältnis der Metallatome  $Fe:Mg:Mn$  ist in I: 4:2:1 und in II: 5:2:1.

Ich stelle dieses Mineral wegen der Zusammensetzung und seinen physikalischen Eigenschaften am nächsten den Amphibol-Anthophylliten nach Des Cloizeaux.<sup>1)</sup> Weder die orthodiagonale Spaltbarkeit, noch der grosse Gehalt von Thonerde sind jedoch hier zu finden.

Zuletzt will ich erwähnen, dass E. Bertrand, der neulich die optische Orientirung eines dem Silbergit sehr nahestehenden Minerals, Hillangsit, bestimmte, eine vollkommene Analogie der optischen Eigenschaften dieser Minerale vermuthet.<sup>2)</sup> Insoweit die Angaben Bertrand's einen Vergleich zulassen, kann ich diese Vermuthung bestätigen.

#### Eisenrhodonit.

Minerale der Pyroxengruppe sind ganz häufig zu finden; am gewöhnlichsten traf ich einen Malakolith, von welchem ich ein zersetztes Individuum analysirte (Constitution:  $Ca Fe (Mn Mg) Si_2 O_6$ ), dessen Spaltbarkeit nach 110 und Absonderung nach 001 deutlich hervortrat, und einen manganreichen Hedenbergit.<sup>3)</sup>

Eingehender studirte ich nur ein mattröthbraunes, graufleckiges, stengliges Mineral, nicht unähnlich den braunen Rhodonit-Varietäten von Långban, welches ich in einer Grube (Lustikulla) neben dem genannten Hedenbergit antraf. Das Mineral spält gut nach einem Prisma von  $92^\circ 11' - 92^\circ 45'$  und zeigt gewöhnlich nach diesen Flächen Glasglanz; bisweilen ist jedoch der Glanz matter auf einem der beiden Flächenpaare. In anderen Richtungen gibt es keine Spaltbarkeit. Eine Absonderungsfläche, welche die Spaltflächen unter  $70^\circ$  schneidet, kann man an einigen Individuen beobachten. Der Bruch ist splitterig, Härte = 6 und Gewicht 3.672 bei  $15^\circ$ .

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass mein Material unrein war. Ich fand häufig Einschlüsse von Hedenbergit und

<sup>1)</sup> Man. de Min., T. II, pag. 20.

<sup>2)</sup> Bull. de la Soc. Min. de Fr., 1884.

<sup>3)</sup> Siehe den cit. Aufs., pag. 505.

<sup>4)</sup> Alle Messungen vieler Individuen liefern Resultate, die zwischen diesen Werthen liegen. Die Differenzen des Prismenwinkels rühren wahrscheinlich von Einschlüssen her.

Magnetit, sehr spärlichem Calcit, Silfbergit, Eisenknebelit und an der Umrandung einiger Individuen ein amorphes, Hisingerit-ähnliches Zersetzungsproduct. Im polarisirten Lichte kommen sehr winzige Einlagerungen zum Vorschein, deren Längsrichtung oft nach den Spaltrissen gerichtet ist. Zuweilen werden diese in der Quere von leistenförmigen, gleich orientirten Individuen durchschnitten, welche wahrscheinlich Zwillingslamellen nach 001<sup>—</sup>sind. Die früher bemerkte Absonderung dürfte darin ihre Erklärung finden.

Die Auslöschung scheint sowohl auf Schnitten nach 110,  $\bar{1}\bar{1}0$ , 010, als nach 100 schief zu sein. Zwei Platten, so gut als möglich, gerade über dem stumpfen Winkel geschliffen (falls das Mineral monoklin ist nach 010) gaben  $15^\circ$  und  $13^\circ 24'$ . Platten über dem spitzen Winkel (unter derselben Bedingung nach 100) gaben  $35^\circ$ — $38^\circ$ . Spaltblättchen (nach 110 und  $\bar{1}\bar{1}0$ ) von einem Individuum zeigten verschiedene Auslöschung auf jeder dieser Flächen. Ich fand nämlich an zwei Individuen;

- I.  $39^\circ$  auf der einen Fläche,  $26^\circ 30'$  auf der anderen,  
 II.  $38^\circ$  " " " "  $27^\circ 30'$  " " "

Im convergenten polarisirten Lichte sieht man an den erstgenannten Platten (nach 010) die eine Axe schief auf der Seite. Die Doppelbrechung zwischen dieser und der Normale zur Fläche ist positiv. An den anderen Platten sieht man keine Axen; das mittlere Feld eines zweiaxigen Bildes trat auf den Platten nahe 100 hervor.

Beim Erhitzen geht die Farbe in schwarz über, das Mineral schmilzt zu einem Fluss, den Salzsäure unter Chlorentwicklung theilweise zersetzt. Zwei Analysen, welche ich anstellte, gaben folgendes Resultat:

		Gereinigter Eisenrhodonit
<i>SiO<sub>2</sub></i>	44.10	45.12
<i>MnO</i>	23.70	24.25
<i>FeO</i>	21.94	22.44
<i>CaO</i>	5.48	5.62
<i>MgO</i>	1.17	1.20
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	1.35	1.38
Magnetit und Calcit	2.76	—
	100.50	100.01

Die Formel  $(Mn Fe Ca Mg) Si O_3$  drückt die Constitution des Eisenrhodonits nur ganz allgemein aus. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass man nach diesen Analysen keine Specialformel aufstellen kann, da selbst der gereinigte Eisenrhodonit noch jedenfalls Manganhedenbergit, möglicherweise auch Amphibol und Eisenknebelit enthält.

## II. Knebelit von Dannemora.

Wegen der geringen Uebereinstimmung der oben angeführten physikalischen Eigenschaften des chemisch dem Knebelit doch sehr nahestehenden eisenreicheren Mineralen von Wester Silfberg mit Literaturangaben über den Knebelit von Dannemora, unterzog ich dieses Mineral einer näheren Prüfung.

Die Literaturangaben lauten dahin, dass der Knebelit nach einem rhombischen Prisma von  $115^\circ$  ( $65^\circ$ ) spaltbar sei. Die optischen Axen öffnen sich danach in einer Ebene parallel mit einer Absonderungsfläche; die Doppelbrechung ist negativ und die Dispersion  $\rho > \nu$ . Wie bekannt, ist die Spaltbarkeit des Olivins, zu dessen Gruppe das fragliche Mineral unzweideutig zu stellen ist, dagegen pinakoidal; die deutlichere Spaltfläche ist 010, eine unvollkommene geht nach 001. Kein Prisma oder Doma von  $65^\circ$  ist beobachtet; die Doppelbrechung ist positiv und die Dispersion  $\rho < \nu$ .

Der Knebelit bildet breitstengelige Massen von schwarzen bis schwarzgrauen Individuen, die sehr unregelmässig in einander greifen. Die Spaltbarkeit ist ziemlich deutlich, hie und da jedoch von Absonderungen gestört. Die Spaltflächen, welche ich beobachtete, sind: 1. Eine ganz vollkommene, nach einem Prisma von  $50^\circ 6'$ ; 2. eine ziemlich vollkommene, die den spitzen und 3. eine undeutlichere, die den stumpfen Winkel gerade abstumpft; und schliesslich 4. konnte ich eine sehr unvollkommene Spaltfläche oder möglicherweise Absonderungsfläche senkrecht gegen alle diese bemerken. Benützen wir dieselbe Aufstellung, die bei Olivin allgemein angenommen ist, wo also 110 das häufig vorkommende Prisma  $50^\circ 2'$  bezeichnet, und welche bei dem Eisenknebelit von Wester Silfberg eben sehr passend erschien, so spält der Knebelit sehr gut nach 110 und 010, unvollkommen nach 100 und sehr undeutlich nach 001. Bei dieser einfachen Auffassung tritt die mit Olivin und Eisenknebelit übereinstimmende Orientirung klar hervor. Der früher angegebene Prismawinkel  $65^\circ$  ist der Winkel 110:010.

Das Verhältnis der horizontalen Axen ist 0.467:1; auf den Spaltflächen 110 herrscht Glas- bis Fettglanz, auf 010 Fettglanz, die anderen sind matt. Der Bruch ist uneben schalig; dünne Splitter sind durchscheinend, gelbgrau von Farbe.

In Dünnschliffen ist das Mineral hellgrau, mit einem Stich in's Gelb; der Pleochroismus ist sehr deutlich. Die geschliffene Fläche ist uneben wellenförmig, wie bei Olivin; die Interferenzfarben sind sehr lebhaft. Einschlüsse waren in meinem Materiale nicht selten; häufig beobachtete ich jedoch nur Magnetitkörnchen und ein rothbraunes, amorphes Umwandlungsproduct des Knebelits, das wahrscheinlich mit dem Manganhisingerit (siehe oben) sehr nahe verwandt ist. Dazu traten zuweilen eine Serpentinart mit Chlorit; als solchen bestimmte ich ein blätteriges, sehr dichroitisches (hell- bis grün-gelbes) Mineral, das wahrscheinlich, wie die beiden letztgenannten, ein Zersetzungsproduct ist.

Die Axen-Ebene ist parallel mit der sehr unvollkommenen Spaltfläche 001. An Platten nach 100 sieht man ein disymmetrisches Axenbild, dessen erste negative Bisectrix normal zu dieser Fläche steht, also mit der  $a$ -Achse zusammenfällt. Der Axenwinkel (in Glas) war  $59^{\circ} 12'$  und die Dispersion  $\rho > \nu$ . An einer Platte nach 010 sah ich das mittlere Feld zweier Axenbilder, der (stumpfe) Axenwinkel war jedoch nicht messbar.

Der Pleochroismus ist sehr stark, und ich fand:  $a$  hellgrau mit Stich in's Gelb,  $b$  hellgelbgrau und  $c$  graulichweiss.

$$a > b > c.$$

Die chemische Constitution des Knebelits von Dannemora wurde von A. Erdman<sup>1)</sup> bestimmt; seitdem ist er auch von Pisani<sup>2)</sup> analysirt worden. Ich analysirte nun (I) das lichtgelbgraue Pulver dieses Mineralen, welches zufolge mikroskopischer Untersuchung sowohl Magnetit, das früher erwähnte rothbraune Mineral, Chlorit und wahrscheinlich auch Calcit enthielt. Diese Verunreinigungen schätzte ich wenigstens zu 5 Procent der Mineralmasse. Zum Vergleich führe ich das Mittel meiner Analysen des Eisenknebelits von Wester Silfberg an (II).

<sup>1)</sup> Kongl. Vet. Akad. Handl. (Stockholm), 1850, pag. 50.

<sup>2)</sup> Des Cloizeaux: Manuel, T. II, pag. 11.

	I.	II.
$Si O_2$ . . . . .	28·96	29·57
$Fe O$ . . . . .	36·73	47·01
$Mn O$ . . . . .	29·69	18·84
$Mg O$ . . . . .	2·33	3·01
$Ca O$ . . . . .	1·00	$Ca CO_3$ 1·14
$Al_2 O_3$ . . . . .	1·07	—
	99·78	99·57

Die chemische Constitution dieses Minerals ist also:  $Fe Mn (Mg) Si O_4$  und das Verhältniß der Metallatome  $Fe : Mn : Mg = 7 : 6 : 1$ .

Ich stelle hier die wichtigsten Eigenschaften des Knebelits von Dannemora und Wester Silfberg mit denen des Olivins (nach Des Cloiseaux) zusammen:

	Olivin	Eisenknebelit von Wester Silfberg	Knebelit von Dannemora
Chemische Zusammensetzung u. Atomverhältniß $Fe : Mn =$	$(Fe, Mg)_2 Si O_4$	$(Fe, Mn, Mg)_2 Si O_4$	$(Fe, Mn, Mg)_2 Si O_4$
Axenverhältniß $a : b : c$ . . .	0·466 : 1 : 0·5866	0·461 : 1 : ?	0·467 : 1 : ?
Spaltbarkeit:			
deutliche nach . . .	010	110	110 und 010
undeutliche nach . .	100	100 und 001	100 und 001
Optische Axenebene in . . .	001	001	001
Erste Bisectrix ist . . . .	$a$ -Axe	$a$ -Axe	$a$ -Axe
Axenwinkel in Glas . . . .	—	63° 45'	59° 12'
Doppelbrechung . . . . .	positiv	negativ	negativ
Dispersion . . . . .	$\rho < \nu$	$\rho > \nu$	$\rho > \nu$
Absorption . . . . .	—	$a > b > c$	$a > b > c$

Wien, Mineralog.-petrographisches Universitäts-Institut, 1884.



## VII. Ueber die Schmelzbarkeit des kohlen-sauren Kalkes.

Von Dr. Arthur Becker.

In der geologischen Literatur begegnet man häufig sowohl in Lehrbüchern, wie in einzelnen Abhandlungen zur Erklärung verschiedener geologischer Erscheinungen der Angabe, dass der kohlen-saure Kalk unter gewissen Verhältnissen schmelzbar sei. Obwohl nun wahrscheinlich schon mancher Forscher diese Behauptung für nicht genügend begründet gehalten hat, so ist sie doch in fast allen mir bekannten Notizen darüber ohne weitere Kritik für richtig angesehen worden; denn, meines Wissens, hat bisher nur Lemberg<sup>1)</sup> die Berechtigung dieser, wie er sich ausdrückt, „fast wie ein Dogma“ betrachteten Anschauung einer Prüfung unterzogen und die Richtigkeit derselben bezweifelt. Da der genannte Autor jedoch auch nicht zu einem endgiltigen Resultate gelangt ist, so glaubte ich, dass es von Interesse sei, diese Frage wieder aufzunehmen; zu diesem Zwecke suchte ich mich zunächst in der diesbezüglichen Literatur vollständiger, als es von Lemberg geschehen ist, zu orientiren und stellte dann eine Reihe neuer Versuche an. Die Ergebnisse meiner literar-historischen und experimentellen Untersuchungen will ich hier mittheilen.

Die meisten Autoren haben bei ihren Ausführungen auf die grundlegenden Versuche von Hall verwiesen. Da indessen viele nur ganz Allgemeines darüber bringen, andere falsche Citatsangaben machen, noch andere offen sagen, dass ihnen Hall's Abhandlung nicht zugänglich war, so scheint es, dass dieselbe im Original nur wenig bekannt ist; ich halte es daher für angezeigt, etwas ausführlicher darauf einzugehen.

Sir James Hall<sup>2)</sup> theilt zunächst mit, dass er seine Versuche in der Absicht angestellt habe, die Hutton'sche Theorie, nach welcher die vereinigte Einwirkung von grosser Wärme und Druck

<sup>1)</sup> Ueber die Contactbildungen bei Predazzo. Zeitschrift d. d. geol. Ges., XXIV, 1872, pag. 237 ff.

<sup>2)</sup> Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. VI, 1812, pag. 71—185.

andere Resultate ergibt, als Wärme unter gewöhnlichen Umständen, experimentell zu prüfen. Schon 1790 hatte er damit begonnen, dann aber seine Arbeiten auf Hutton's Wunsch wieder unterbrochen, da dieser befürchtete, die Versuche möchten misslingen und dadurch den zahlreichen Gegnern seiner Ansicht neue Waffen zur Bekämpfung derselben in die Hand gegeben werden, während er selbst seine Hypothese durch die Möglichkeit, mittels derselben alle geologischen Phänomene leicht erklären zu können, für ausreichend begründet hielt. Deshalb nahm Hall seine Untersuchungen erst nach Hutton's Tode wieder auf.

Er suchte speciell die Schmelzung des Kalkcarbonats ohne Bildung von Aetzkalk zu erreichen und hat zu diesem Zwecke während sieben Jahren von 1798—1805 über 400 Experimente gemacht und beschreibt sehr genau die dabei befolgte Methode, sowie die Resultate der ihm mehr oder weniger gelungen erschienenen Versuche.

Zuerst schloss er gepulverte Kreide, in eine Papierpatrone gewickelt, in einen Flintenlauf ein, welcher mit Lehm vollgefüllt und an beiden Enden zugeschweisst wurde, und erhitze denselben in einem Muffelofen, wobei er schon „einige gute Resultate“ erzielte, indem das Pulver zu einer steinigen Masse zusammengebacken war. Dann that er das Kalkcarbonat in verschiedener Form, wie gepulverte Kreide, Kalkstein, Muschelschalen etc., in kleine Röhren von  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser aus grünem Flaschenglas oder aus Réaumur's Porcellan, welche er durch darauf geschütteten gepulverten Quarz (Silex) verschloss. Dieselben wurden in einen aus Blechstreifen gebildeten korbähnlichen Behälter gesteckt und dieser dann mittelst eines langen daran befestigten Eisendrahtes in den an dem unteren Ende zugeschweissten Flintenlauf geschoben. Darauf goss er etwas geschmolzenes leichtflüssiges Metall (Newton's Metall, aus 8 Theilen *Bi*, 5 *Pb*, 3 *Sn* bestehend, Schmelzpunkt 94°) und füllte den Lauf nachher mit geschmolzenem Blei voll. Während er nun den unteren Theil des Flintenlaufes in's Feuer brachte, liess er den oberen, das Blei enthaltenden, aus dem Ofen herausstehen und kühlte ihn noch mit nassen Tüchern ab. Da die angewandte Legirung sich beim Erwärmen stärker ausdehnt, als das Eisen, so drang sie während des Erhitzens durch die Poren des letzteren hindurch; um dies in der Folge zu vermeiden, senkte er eine kleine, nur am oberen Ende

verschlossene, mithin mit Luft gefüllte Porcellanröhre mit in den unteren Theil des Laufes. Die eingeschlossene Luft liess sich comprimiren und verschaffte so dem sich ausdehnenden Metall den dazu nöthigen Raum.

Später benutzte Hall statt des Flintenlaufes grössere Röhren von Wedgwood's Porcellan und füllte dieselben, nachdem das kleinere, das Carbonat enthaltende Gefäss eingeführt war, mit mehreren abwechselnden Schichten von Borax und Quarzpulver voll; diese Substanzen schmolzen beim Erwärmen zusammen und stellten so einen guten Verschluss her. Da die Wedgwood'schen Röhren aber oft die hohe Temperatur nicht aushielten, so wandte er wieder eiserne Gefässe an, nun aber eigens dazu angefertigte, sehr starke Cylinder aus gutem Schmiedeeisen, welche in der oben beschriebenen Weise verschlossen wurden.

Mit diesen Apparaten, welche er in anerkennenswerther Weise sehr genau und ausführlich beschreibt, hat Hall nun unter einer grossen Menge von Versuchen, von welchen die Mehrzahl misslang, doch auch eine Anzahl ihn befriedigender Resultate erzielt, welche er im Einzelnen genau anführt und von denen ich wiederum die wesentlichsten im Zusammenhange mittheilen will.

Die kleine Porcellanröhre, welche das Carbonat enthielt, wurde vor und nach dem Glühen gewogen und ergab stets mehr oder weniger Verlust. Fast jedesmal wurde ein Wedgwood'scher Pyrometer, bestehend aus einem Thoneylinder, aus dessen Schwinden nach dem Erhitzen die Temperatur berechnet wird, in die Röhre, oder, wenn dies nicht möglich war, auf dieselbe gelegt. Indessen sind diese Pyrometer bekanntlich sehr unzuverlässig, wie schon daraus hervorgeht, dass Hall bei im Allgemeinen in sehr ähnlicher Weise ausgeführten Versuchen überaus verschiedene Temperaturangaben macht.

In einigen der ersten Versuche mit dem Flintenlauf war die gepulverte Kreide zu einer festen Masse geworden, welche im Umfange etwas abgenommen hatte; auf dem Bruch erschien sie krystalinisch und war dem weissen Marmor ähnlich. Einmal fand er die Spaltbarkeit des Kalkspaths (?). Auch mehrere der Experimente mit den Porcellanröhren fielen zu seiner Zufriedenheit aus, indem die Producte den oben erwähnten ähnlich waren, doch zerfielen manche derselben, welche erst gelungen aussahen, nach einiger Zeit

an der Luft. Der Gewichtsverlust betrug 2—15%. Die besten Resultate jedoch erhielt er mit den starken eisernen Gefässen. Beim Öffnen derselben fand er, dass mitunter Gas mit zischendem Geräusch herausfuhr und ergeht sich bei Erwähnung hiervon in etwas unklaren Betrachtungen über „interne Calcination“, wobei „die Kohlensäure sich in den Hohlräumen des Rohres ansammelt“.

Ein Versuch gewährte Hall, wie er sagt, einen Beweis „vollkommener Schmelzung“: das Carbonat war über den Rand der kleinen Röhre übergekocht und aussen daran heruntergelaufen; die Substanz war härter als Marmor, schaumig, mit grossen Höhlungen, an anderen Stellen gespickt mit eckigen Massen, welche augenscheinlich von einer Flüssigkeit umgeben gewesen sind, in der sie schwammen. Das Carbonat war total kausticirt und brauste nicht mit Salpetersäure, das Eisenrohr war gesprungen.<sup>1)</sup> Er fügt dann selbst hinzu, dass hier vermuthlich eine Verbindung von ungelöschtem Kalk mit der Röhrensubstanz vorläge. Dann führt Hall vier in seinen Augen bedeutungsvolle Experimente an, welche untereinander nur durch den Grad der angewendeten Temperatur und durch die Quantität der eingeschlossenen Luft differirten:

1. Hier hatte er bei dem Inhalt der kleinen Röhre, gepulverte Kreide, welche nicht an dem Porcellan adhärirte, 41% Verlust, wobei der Pyrometer 79° Wedgwood zeigte. Die Substanz hatte mithin fast alle Kohlensäure verloren. Ausserhalb des kleinen Porcellanrohres befanden sich einige lose Stücke Kreide, welche, da weniger erhitzt, auch nicht so stark kausticirt waren; eines davon war stark verändert und, sagt Hall, „so gut, wie irgend ein von mir dargestellter Marmor“. Dieses Stück brauste lebhaft mit Salpetersäure.

2. Das Carbonat war total zu Aetzkalk geworden und mit dem Porcellan zusammengefloßen, das Eisenrohr hatte nachgegeben.

---

<sup>1)</sup> l. c., pag. 116, heisst es: Das Experiment war „one of the most interesting, since it afforded a proof of complete fusion. The carbonate had boiled over the lips of the little tube, standing as just described, with its mouth upwards and had run down to within half an inch of the lower end: most of the substance was in a frothy state, with large round cavities and a shining surface, in other parts, it was interspersed with angular masses, which have evidently been surrounded by a liquid, in which they floated. It was harder, than marble, showing no effervescence etc.“

3. Bei diesem Versuch betrug der Verlust 16%, die Temperatur war 15°—41° Wedgwood. Die Substanz in der kleinen Röhre war „zu Schaum geworden, nicht sehr durch interne Calcination“ angegriffen und erwies einen Zustand „grösserer Dünnpflüssigkeit, als bisher erschienen war“.

4. Der Inhalt der kleinen Röhre verlor 2·9%, die Temperatur war 16—25° Wedgwood. Ein Stück, sowie auch die gepulverte Kreide waren „in einem salzigen Zustand“ und vielfach mit der Röhre zusammengelaufen. Auf der Oberfläche der gepulverten Kreide war eine Anzahl von weissen Krystallen mit glänzenden Facetten mit blossen Auge zu erkennen.

Dieser Beschreibung lässt Hall eine Erklärung folgen, in welcher er nun von einer bewerkstelligten Schmelzung spricht und ferner meint, es könne kein Zweifel herrschen, dass die Kohlensäure als Flussmittel auf den Kalk wirken und dass sie das Carbonat befähige, andere Körper in Fluss zu bringen, da das erste der vier Experimente bewiese, dass kaustischer Kalk allein weder geschmolzen werden könne, noch auf Porcellan einwirke, selbst bei 79° Wedgwood.

Um nun einen noch stärkeren Druck innerhalb des Eisenrohres zu erzeugen, brachte Hall etwas Wasser mit hinein, und zwar indem er ein Stück Kreide oder Pfeifenthon mit einigen Tropfen benetzte und dieses mit in den kleinen Blechkorb legte. Damit das Wasser nicht in Gestalt von Dampfblasen durch das geschmolzen leichtflüssige Metall entweichen konnte, goss er letzteres zuerst in das heisse Rohr und brachte den Korb mit der kleinen Porcellanröhre erst dann hinein, wenn das Metall so weit abgekühlt war, dass es binnen wenigen Secunden erstarrte.

Von den auf diese Weise gemachten Versuchen ist einer bemerkenswerth: Die Temperatur hatte bei demselben zwischen 15 bis 24° W. geschwankt; die kleine Röhre nur 0·84% verloren. Das Carbonat war zum Theil zu einem guten Kalkstein geworden, zum Theil nicht verändert. Die Kreide aber in und um das Pfeifenrohr, welches das Wasser enthielt, also ausserhalb der gewogenen Röhre, „war Marmor“.

Bei einem anderen war ein Theil der Kreide mit dem Porcellan zusammengeschmolzen, einige Stück brausten mit Salpetersäure, andere nicht. Hall bemerkt hierbei, dass das Carbonat

an den Stellen, wo es die Röhre berührte, grössere Beweise von Schmelzung zeigte, als an den anderen.<sup>1)</sup>

Einige fernere Experimente hatten wenig Verlust ergeben und die Kreide in festen Kalkstein umgewandelt. Hierbei erwähnt Hall nicht, dass der kohlensaure Kalk sich mit dem Porcellan verbunden habe, rühmt diese Versuche aber auch nicht als gelungene Beweise der Schmelzung. Endlich theilt er noch mit, dass in mehreren Fällen, wo Austerschalen und Kreide erhitzt wurden, die Carbonate sich auch wieder zum Theil mit dem Rohr vereinigt und starke Zeichen von Verflüssigung gezeigt hätten, sowie dass die geglühten Substanzen von Salpetersäure unter, wenn auch nicht heftigem Aufbrausen gelöst worden wären, wobei indessen eine Gallerte zurückgeblieben sei.

Als Hall im Jahre 1804 einen Bericht über die bisher mitgetheilten Versuche veröffentlicht hatte, wurde ihm von zeitgenössischen Chemikern und Mineralogen entgegengehalten, dass die Schmelzung der Kalkcarbonate durch die Vermischung derselben mit anderen Substanzen, welche entweder ursprünglich in dem angewandten Material vorhanden waren oder durch die Berührung mit dem Porcellan hinzukamen, verursacht sei. Er erwidert auf den ersteren Vorwurf, dass, wenn auch seine Carbonate nicht rein gewesen seien und wenn dieser Umstand auch die Schmelzbarkeit derselben bedingt habe, dies ja auch für beinahe jedes natürliche Vorkommnis des kohlensauren Kalkes gelten müsse. Seine Experimente seien mithin den Vorgängen in der Natur entsprechend. — Was den zweiten Punkt anbetrifft, so habe er gezeigt, dass die gegenseitige Einwirkung zwischen Kalk und Porcellan nur bei Gegenwart von Kohlensäure möglich sein könne, da bei Abwesenheit derselben keine Vereinigung der beiden Substanzen stattgefunden habe. Er meint damit jedenfalls den S. 133 erwähnten Versuch, bei welchem 41% Kohlensäure entwichen ( $\text{Ca CO}_3$  enthält 44%  $\text{CO}_2$ ) und trotz der starken Hitze von 79° W. der fast vollständig kausticirte Kalk angeblich nicht mit dem Porcellan zusammengeschmolzen war. Hierbei muss indessen wohl ein Irrthum mindestens in der Temperatur vorliegen, was ja bei der ungenauen Bestimmung derselben mittels des Pyrometers wohl möglich ist, da dieses Experiment weder mit

<sup>1)</sup> l. c., pag. 121. Whenever the carbonate touched the tube, the two substances exhibited in their mixture much greater proof of fusion, than could be found in the pure carbonate.

Hall's anderen, noch mit meinen eigenen, später genauer zu beschreibenden übereinstimmt und übrigens auch chemisch ganz unerklärlich wäre.

Trotzdem Hall so die gegen die Beweiskraft seiner Versuche erhobenen Einwände zurückweist, scheint er doch die Berechtigung derselben gefühlt zu haben, denn er begann nun eine neue Serie von Versuchen, bei welchen er Platin benutzte, um die Berührung des Kalkcarbonates mit dem Porcellan zu vermeiden. Zu dem Zwecke stellte er sich Düten und Cylinder aus zusammengefaltetem Platinblech dar, füllte dieselben mit reinem  $\text{CaCO}_3$ , das er sich von einem befreundeten Chemiker verschaffte, und that sie in ein kleines Porcellanrohr, welches er, wie früher, im Eisencylinder erhitze. Die reine Substanz erwies sich als strengflüssiger wie die früher angewandten Materialien und ergab zuerst schlechtere, später aber einige gute Resultate. Bei einem Versuch erhielt er ein schaumiges Product, „seine frühere Flüssigkeit zeigend“; hierbei war aber das Eisenrohr geborsten; der Gewichtsverlust ist nicht angegeben; bei einem anderen hatte das Carbonat dennoch das Porcellan berührt und war nun natürlich mit demselben zusammengeschmolzen.

Diese Experimente sind den früheren ähnlich; nun aber erwähnt Hall noch besonders zwei sehr schöne Producte: Eines hatte 13% Verlust erlitten; es waren Bruchstücke von Muschelschalen angewandt worden, welche ihre Form vollkommen verloren hatten, indem eine compacte Masse mit concaver Oberfläche entstanden war. Dieselbe war aussen weiss und glänzend, hatte einen „salzigen Bruch“ und zerfiel an der Luft. — Zu dem anderen und letzten, seiner Ansicht nach am besten gelungenen Versuch hatte er das reine, künstlich dargestellte Carbonat benutzt. Der Gewichtsverlust betrug 6.5%, die Temperatur  $43^\circ\text{W.}$ , das Product zerfiel später. Aussen am Platingefäss hatten sich weisse Perlen gebildet, welche nach Hall's Meinung vollkommene Schmelzung erwiesen. Im Innern derselben war die Substanz in sich zusammengesunken und hatte unten die Form des Platincylinders angenommen, die Oberfläche derselben hatte ringsum am Platin einen etwas erhöhten Rand und aus der Mitte stieg ein unregelmässig kegelförmiges Gebilde mit abgerundeten Formen empor. Die Masse war von „schöner Halbdurchsichtigkeit, hatte eine perlige Weisse, äusserlich salziges Ansehen und glänzte in der Sonne mit Facetten“. „Mithin,“ so schliesst Hall, „bezeichnet

Alles einen Zustand viscoser Flüssigkeit wie Honig. Die letzten Experimente scheinen jedem Zweifel, welcher in Bezug auf die Schmelzbarkeit des reinen Kalkcarbonates ohne Mitwirkung fremder Substanzen noch übrig blieb, zu begegnen.“

Aus diesem Bericht geht hervor, das Hall sehr viel Zeit mit fruchtlosen Arbeiten verbracht hat, denn, abgesehen von den Experimenten, bei denen das Gefäss barst oder wo sich ein Gewichtsverlust von circa 40%, ergab und welche doch gar nicht mitgerechnet werden können, haben auch alle diejenigen, bei welchen das Carbonat direct mit dem Porcellan, Thon oder Quarzpulver in Berührung kam, keinen Werth, da diese Substanzen bei hoher Temperatur mit dem Kalk unter Austreibung der Kohlensäure zusammenschmelzen. Bei der grossen Mehrzahl der in dieser Weise angestellten und als Beweise der gelungenen Schmelzung bezeichneten Versuche gibt Hall ausdrücklich an, dass das Porcellan etc. sich mit dem Carbonat vereinigt habe, bei anderen geht er stillschweigend darüber hinweg, bei keinem jedoch constatirt er, dass ein Zusammenschmelzen nicht stattgefunden habe.

Ebenso wenig, wie Hall die zu seinen Untersuchungen verwandten natürlichen Substanzen: Kreide, Kalkstein, etc. vor dem Glühen einer Analyse unterzog, hat er sich auch mit der chemischen Zusammensetzung der dargestellten Producte beschäftigt. Er weist nie nach, dass die von ihm als geschmolzen gewesenes Carbonat angesehene Masse auch wirklich kohlensaurer Kalk war, in einigen Fällen gibt er sogar an, dass beim Auflösen des flüssig gewesenen „Carbonats“ in Salpetersäure eine Gallerte zurückblieb, jedenfalls Kieselsäure, welche doch nur von einem Silicat herrühren kann.

Es bleiben mithin eigentlich nur die beiden letzterwähnten Producte, welche in Platin eingeschlossen waren, hier in Betracht zu ziehen. Diese werden indessen besser erst später, bei Gelegenheit des Berichtes über meine eigenen Experimente, besprochen werden. Hier möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass die perlformigen Gebilde, welche an der Aussenseite der Platingefässe entstanden sind und aus denen Hall mehrmals die erfolgte Schmelzung erschliessen zu können glaubt, eine solche deshalb nicht beweisen, weil auch ihre chemische Natur nicht constatirt ist; wahrscheinlich liegt auch hier eine Verbindung des  $\text{CaO}$  mit der äusseren Porcellanröhre vor, wofür noch besonders der Umstand spricht, dass sie nicht, wie die im



Innern der Platinhülle gebliebenen Substanzen an der Luft zerfallen, sondern intact geblieben sind. Die letzten Experimente Hall's mit den Platinhüllen scheinen übrigens den späteren deutschen Autoren nicht bekannt gewesen zu sein, denn nicht einer erwähnt etwas davon oder hat Platin zu seinen Arbeiten benutzt. Dies wird dadurch erklärlich, dass der erste Theil von Hall's Abhandlung sich im Auszug aus einer französischen Uebersetzung der in der königl. Gesellschaft zu Edinburg am 30. August 1804 gehaltenen Vorlesung in der *Bibliothèque britannique: Sciences et arts* (Vol. 27, pag. 289—309) in *Gehlen's Journal*<sup>1)</sup> vorfindet, der zweite hingegen nicht.

Obgleich die auf die hier behandelte Frage bezügliche Literatur zum grössten Theil bereits von Lemberg<sup>2)</sup> besprochen worden ist und obschon ich im Allgemeinen mit diesem Autor in seiner Kritik übereinstimme, so will ich doch der Vollständigkeit halber die verschiedenen Versuche nach den Originalabhandlungen kurz mittheilen.

Buchholz<sup>3)</sup> stampfte, um Aetzkalk darzustellen,  $4\frac{1}{2}$  Pfund geschlämmte Kreide in einen hessischen Tiegel und erhitzte denselben 1 Stunde lang zu Hellrothgluth. Der Inhalt des Tiegels „war um  $\frac{1}{6}$  geschwunden, äusserlich  $\frac{1}{2}$  Linie tief ätzend, dann folgte eine blätterige, feste, harte, halbgeflossene Masse“, welche feinkörnig, auf dem Bruch flachmuschelig und kantendurchscheinend war. Dieselbe erwies sich bei der Analyse als 42%  $CO_2$  enthaltend, war mithin fast reines Calciumcarbonat. Auf Grund dieser Erscheinung spricht nun Buchholz von geschmolzenem kohlen saurem Kalk, obgleich doch nur eine Umänderung in der Structur der Kreide bewiesen ist, während die Schmelzung, welcher übrigens die blätterige Beschaffenheit der Substanz direct widerspricht, nur, wie Lemberg richtig meint, nach Hall's Vorgang erschlossen erscheint.

Petzholdt<sup>4)</sup> erhitzte ein Gemenge von Marmor und Quarz in einer eisernen Büchse  $1\frac{1}{4}$  Stunde lang im Schmiedefeuer angeblich zur Weissgluth, wobei sich nur ein klein wenig Aetzkalk gebildet hatte, die Masse im Uebrigen aber unverändert und noch pulverförmig geblieben war. Diesen Versuch kann ich nicht, wie Lemberg dies thut, für einen schlagenden Beweis dafür ansehen,

<sup>1)</sup> A. F. Gehlen, Neues allg. Journal f. Chemie. V. Bd. Berlin 1805.

<sup>2)</sup> l. c., pag. 238 ff.

<sup>3)</sup> Gehlen's Journal für Physik u. Chemie. Berlin 1806, Bd. I, pag. 271.

<sup>4)</sup> Erdmann's Journal f. prakt. Chemie. Bd. XVII, 1839, II, pag. 464 ff.

dass selbst durch intensive Weissgluth der Kalk weder geschmolzen, noch gefrittet werden kann, es muss hier vielmehr meiner Ansicht nach ein Irrthum in der Temperaturangabe vorliegen, denn wenn wirklich diese starke Hitze  $1\frac{1}{4}$  Stunde lang angewandt worden wäre, so müsste, wie sich aus meinen Versuchen ergibt, wohl die Büchse gesprungen sein oder doch wenigstens das Kreidepulver eine Veränderung in der Structur erlitten oder aber sich mit dem Quarz verbunden und ein Silicat gebildet haben. Ferner gibt Petzholdt an, dass bei Arbeiten mit dem Knallgasgebläse „oftmals, wenn es glückte, ein kleines Stück kohlensauren Kalk augenblicklich in die stärkste Glühhitze zu versetzen, die Kohlensäure nicht ausgetrieben wurde, ohne jedoch behaupten zu können, eine vollständige Schmelzung des Ganzen dabei wahrgenommen zu haben“.

Hiermit übereinstimmend theilt L. Pilla<sup>1)</sup> mit, er und Cassola hätten bemerkt, dass dichte Kalksteine, welche lange Zeit dem Einwirken der Flamme des Knallgases ausgesetzt gewesen, zu körnigem, aus kleinen Rhomboëdern bestehenden Kalk umgewandelt worden waren. Von einer Schmelzung ist nichts gesagt.

v. Richthofen<sup>2)</sup> setzte ein Gemenge von Calcit und Fassaitpulver in einem mittels einer konischen Schraube verschlossenen, kleinen Eisencylinder der Gluth eines Lefström'schen Ofens aus und gibt an, der kohlensaure Kalk sei, wie bei Hall, geschmolzen gewesen, ferner habe ein in Calcitpulver eingebetteter ganzer Fassaitkrystall sich mit diesem vereinigt. Hier liegt wohl aber durchweg eine Verbindung des Kalkes mit Fassait vor, während vermuthlich die Kohlensäure ganz oder theilweise entwichen ist, denn ein einfacher Schraubenverschluss kann bei hoher Temperatur nicht undurchlässig für Gase sein.

Die interessantesten und wichtigsten Experimente hat G. Rose<sup>3)</sup> im Verein mit Siemens angestellt. Nachdem einige Versuche, Kreide und Kalkspathstücke in einem Flintenlauf zu erhitzen, missglückten, indem derselbe barst, wandte Rose kleine, starke, im Innern galvanisch vernickelte Eisencylinder an. Mit diesen gelang es ihm,

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. etc. 1838, pag. 411.

<sup>2)</sup> Geogn. Beschreib. v. Predazzo etc. Gotha 1860, pag. 255. (Bei Lemberg steht falscher Citatsort.)

<sup>3)</sup> Ueber d. Schmelzbarkeit d. kohlens. Kalkes etc. Poggendorff's Annalen. Bd. CXVIII, pag. 565 ff.

einen Aragonitkrystall, der oberflächlich zwar etwas kausticirt war, im Inneren „in den prächtigsten Marmor“ zu verwandeln. Durch mehrere chemische und mikroskopische Prüfungen wurde festgestellt, dass wirklich Marmor vorlag. Da einige andere Versuche mit Eisencylindern nicht gelangen, so benutzte er nun nach Hall's Vorgang Porcellanflaschen, welche er mit lithographischem Kalkstein und Schlämmkreide füllte, unter der Luftpumpe von Luft befreite und durch einen, mit Wasserglas eingekitteten Porcellanstöpsel verschloss; das Ganze wurde noch mit einer 1 Zoll dicken Lage von feuerfestem Thon umgeben und dann  $1\frac{1}{2}$  Stunde lang zu heftiger Weissgluth erhitzt. Die Kreide war fest und hart geworden und löste sich leicht vom Kalkstein los. Dieser erschien unter der Lupe feinkörnig, die Kreide im Ganzen nicht, doch liessen dünne Splitter derselben unter dem Mikroskop bei 360facher Vergrösserung an den Rändern eine körnige Structur deutlich erkennen. Der Verlust an  $CO_2$  betrug nur etwa  $1\frac{1}{2}\%$ . Dann wurde wieder lithographischer Kalkstein, diesmal mit isländischem Kalkspath vergesellschaftet, ebenfalls in derartigen Porcellangefässen eingeschlossen, 3 Stunden lang der Weissgluth ausgesetzt. Die Stücke hatten ihre Form behalten, waren aber schneeweiss und sehr feinkörnig geworden. Die chemische Analyse ergab, dass ein grosser Theil der Kohlensäure entwichen war und dass sich der Kalk mit Theilen des Porcellans verbunden hatte; letzteres muss also weich gewesen sein. Rose meint, dass seine Versuche genügen, um die von Hall gezogenen Schlüsse, dass sich der kohlen saure Kalk bei grosser Hitze und Druck in Kalkspath umändern lasse und Marmor bilde, zu bestätigen. Die Resultate der Rose'schen Experimente stimmen also mit den Hall'schen sehr gut überein; während jedoch Hall aus denselben stets auf eine erfolgte Schmelzung und Wiedererstarrung schliesst, spricht Rose nur immer von einer Umwandlung und erwähnt das Wort „Schmelzung“ überhaupt gar nicht im Text seiner Abhandlung, sondern nur in der Ueberschrift. Uebrigens lässt auch nichts in den Rose'schen Beschreibungen seiner Präparate auf einen flüssigen Zustand schliessen, im Gegentheil sind das leichte Loslösen der festgewordenen Kreide vom Kalkstein, sowie die wohl erhaltene äussere Form der innerlich veränderten Kalkspathstücke deutliche Beweise, dass auch selbst von einem Erweichen der geglühten Substanz keine Rede sein kann.

Debray<sup>1)</sup> hat durch interessante Experimente nachgewiesen, dass isländischer Doppelspath in geschlossenen Gefässen bei 350° (Quecksilberdampf) sich nicht zersetzt, bei 440° (Schwefeldampf) kaum, bei 860° (Cadmiumdampf) ziemlich stark und dass die Dissociation bei dieser Temperatur erst aufhört, wenn der Druck 85 Mm. Quecksilber erreicht. Das gebildete Gas wurde mittelst einer am Apparat angebrachten Quecksilber-Luftpumpe, welche zugleich den Druck mass, herausgenommen und erwies sich als reine  $CO_2$ . Sofort, nachdem das Gas entfernt worden war, sank der Druck, stieg aber nach dem Verschluss bald wieder auf 85 Mm. Quecksilber, worauf die Substanz keine Kohlensäure mehr entwickelte. Bei einer Temperatur von 1040° (Zinkdampf) hört die Zersetzung erst bei 520 Mm. Druck auf, sonst aber zeigt sich dieselbe Erscheinung.<sup>2)</sup>

Hieraus ergibt sich, dass der Druck des durch Dissociation des Kalkspaths freigewordenen Gases nicht vom Grad der Zersetzung abhängt, sondern bei einer bestimmten Temperatur constant ist und bei einer höheren wächst. Man kann mithin  $CaCO_2$  zersetzen oder die entwickelte  $CO_2$  wieder aufnehmen lassen durch Aenderung des Druckes und der Temperatur. Erhitzt man z. B. Kalkspath auf 1040°, so wird er zerstört, wenn der Druck weniger als 520 Mm. Quecksilber beträgt, bei stärkerem Druck wird  $CO_2$  wieder aufgenommen. Diese Erscheinung ist also, wie Henri St. Claire Deville<sup>3)</sup> sagt, derjenigen bei der Dampfbildung der Flüssigkeiten analog.

Debray theilt ferner mit, dass  $CaCO_3$  im Kohlensäurestrom ohne Druck erhitzt, nicht zersetzt wird und dass Aetzkalk unter diesen Verhältnissen durch Aufnahme von Kohlensäure sich in  $CaCO_3$  umwandelt.

Aus den vorstehenden Referaten wird der unbefangene Leser erkennen, dass es mit den Beweisen der Schmelzbarkeit des Kalkcarbonates recht schwach bestellt ist. Da indessen ein Theil der erwähnten Versuche bereits vor geraumer Zeit gemacht worden sind, und da Rose in seinen in neuerer Zeit ausgeführten Untersuchungen

<sup>1)</sup> Comptes rendus etc. 1867, T. LXIV, pag. 603.

<sup>2)</sup> Leider gibt Debray keine Beschreibung der zu seinen schönen Untersuchungen benutzten Apparate.

<sup>3)</sup> Rapport de Henri Sainte Claire Deville. Comptes rendus etc., T. LXXVI, 1873, pag. 117.

sich gar nicht über die Schmelzbarkeit des Kalkcarbonates verbreitet, sondern nur die Umwandlungsphänomene beschreibt, übrigens auch die erhaltenen Producte keiner besonders genauen mikroskopischen Analyse unterworfen hat, so hielt ich es nicht für überflüssig, mich auch selbst noch experimentell mit der Frage zu beschäftigen.

Zunächst stampfte ich, um den Bucholz'schen Versuch, wenn auch in kleinerem Massstabe, zu wiederholen, Kreidepulver in einen kleinen Tiegel aus unglasirtem Porcellan und erhitzte denselben mittelst des bekannten Forquignon-Leclerc'schen Ofens. Bei Rothgluth entwich die Kohlensäure und  $CaO$  blieb zurück, bei höherer Temperatur bildet letzteres mit der Tiegelsubstanz ein relativ leichtflüssiges Silicat, welches den Tiegelboden total zerstörte. Da Bucholz indessen grosse Mengen anwandte,  $4\frac{1}{2}$  Pfund Kreide und auch nur zu Hellrothgluth erhitzte, so hat wahrscheinlich die durch Zersetzung der äusseren Schicht entstandene Kohlensäure den Tiegel unter vollständiger Verdrängung der Luft und des sich leicht bildenden Kohlenoxyd angefüllt, unter welchen Umständen bekanntlich eine weitere Zersetzung nicht stattfindet. In dem kleinen, bei meinem Versuch im Tiegel vorhandenen Raum konnte sich keine reine Kohlensäureatmosphäre bilden. Auch durch Einleiten von Kohlensäure mittelst eines Porcellanrohres, welches durch den Deckel des Tiegels hindurch führte, gelang es ebenfalls wegen der kleinen Dimensionen nicht, die anderen Gase vollkommen auszutreiben.

Wenn das Kalkcarbonat in einem Gefässe von glasirtem Porcellan einer hohen Temperatur ausgesetzt wird, so vereinigen sich ebenfalls beide Substanzen, besonders, wenn das Carbonatpulver fest an das Porcellan angedrückt und so eine grosse gegenseitige Berührungsfläche hergestellt wird. Hierbei ist es, wie später Controlversuche ergaben, gleichgiltig, ob die Erwärmung unter Druck erfolgt oder nicht.

Um nun hohe Temperatur unter Druck auf den kohlensauren Kalk einwirken zu lassen, bediente ich mich zuerst eines kleinen eisernen Gefässes von 15 Mm. Durchmesser und 11 Mm. starken Wänden, welches ich durch Ausbohren eines cylindrischen Stückes Schmiedeeisen anfertigen liess. In dasselbe wurde ein Aragonitkrystall gethan, dann der übrige Raum mit gepulverter Kreide vollgefüllt und ein Deckel, ebenfalls von Schmiedeeisen, darauf geschraubt, zwischen denselben und das Gefäss legte ich eine Kupferplatte, um

einen möglichst dichten Verschluss herzustellen. Dieser Tiegel wurde dann  $\frac{1}{4}$  Stunde lang stark erhitzt, wobei indessen der Kupferring geschmolzen, mithin das Gefäss undicht geworden war. Der Inhalt war zu einer leicht zusammengebackenen Masse, welche zum grössten Theil aus Aetzkalk bestand, geworden. Zwei andere Versuche mit demselben Apparat ergaben ähnliche, unbefriedigende Resultate, indem es nicht gelang, denselben gasdicht zu verschliessen.

Da das eiserne Gefäss sich als ungünstig erwiesen hatte, wandte ich nun nach Hall's und Rose's Vorgang Porcellan an, und zwar in Form von etwa 64 Cm. langen, inwendig glasirten Röhren, aus der bekannten Meissner Fabrik bezogen. Dieselben hatten bei einer Wandstärke von  $3\frac{1}{2}$  Mm. einen inneren Durchmesser von 16—18 Mm. Ich liess durch die beiden senkrecht stehenden Cylinder eines kleinen Forquignon und Leclerc'schen Ofens je zwei sich gegenüber liegende runde Löcher von etwas grösserem Umfang, als die Röhre bohren und führte letztere in horizontaler Richtung hindurch, so dass der mittlere Theil derselben sich im Ofen befand, während die beiden Enden etwa 25 Cm. weit herausragten, also gar nicht mit erhitzt wurden; ich konnte sie daher mit Kautschukpfropfen verschliessen, welche noch mittelst Eisendrahts nach Art der Stöpsel der Sodawasserflaschen an der Röhre, deren beide Enden mit den Flaschenhälsen ähnlichen Verdickungen versehen waren, befestigt wurden. Beim Oeffnen wurde bei den gelungenen Versuchen stets ein Druck in der Röhre constatirt, der Verschluss erwies sich mithin als ziemlich gut, obgleich bei einigen dreissig Versuchen stets ein, wenn auch mitunter geringer Gewichtsverlust nicht zu vermeiden war. Um die Berührung des Carbonates mit dem Porcellan und ein dadurch bedingtes Zusammenschmelzen beider zu verhindern, wurde ersteres in kleine, durch Zusammenrollen von Platinblech hergestellte Cylinder gesteckt, deren Enden durch Umbiegen des mit kurzen Einschnitten versehenen Randes des Blechs derart verschlossen wurden, dass das feste Carbonat auch in Pulverform nicht herausfallen konnte, dass aber eine flüssige oder viscose Masse durch die Spalten hindurchdringen musste. Diese Cylinder wurden mittels eines Platindrahts an dem einen Kautschukstopfen befestigt, damit sie nicht im Inneren der Röhre hin und her zu gleiten vermochten, sondern stets in dem erhitzten Theil derselben blieben. Die Kalkcarbonate wurden in verschiedenen Formen angewandt, aber vor

jedem Versuch sorgfältig getrocknet und vor und nach dem Erhitzen gewogen. Vor dem Erwärmen, was sehr vorsichtig geschehen musste, damit das Porcellan nicht springt, liess ich Kohlensäure durch die Röhre strömen, so dass sie ganz mit diesem Gas angefüllt war. Bei einigen Versuchen wurde nicht in fest verschlossenen Röhren, sondern ohne Druck im Kohlensäurestrom erhitzt, was, übereinstimmend mit Debray's Angaben, ziemlich den gleichen Erfolg hatte; indessen gelang es mir auch auf diese Art aus mir unbekannten Gründen nicht, einer theilweisen Kausticirung des Carbonats vorzubeugen.

Eine Anzahl der Experimente misslangen, indem durch zu plötzlichem Erwärmen die Röhre zersprang. Eine grosse Schwierigkeit besteht ferner darin, die richtige Temperatur und die Dauer der Anwendung derselben zu bestimmen; bei zu geringer Erhitzung erfolgt keine oder nur eine sehr unbedeutende Veränderung, bei zu starker wird das Porcellan so weich, dass es dem von innen ausgehenden Druck nicht zu widerstehen vermag, sondern wie Glas an der erhitzten Stelle zu einer halbkugelförmigen Erweiterung aufgeblasen wird, wobei aber feine Spalten entstehen, durch welche die Kohlensäure ausströmt. Dies ist merkwürdig, da das Porcellan ohne Druck eine weit höhere Temperatur ertragen kann, ohne im Geringsten afficirt zu werden. Ich versuchte, dieses Aufblähen zu vermeiden, indem ich die Röhre, während sie der Weissgluth ausgesetzt war, an den herausstehenden kalten Enden anfasste und langsam drehte, damit stets verschiedene Theile derselben sich in dem heissesten Punkt des Ofens, nämlich der Stichflamme, welche die untere Seite der Röhre trifft, befanden. Indessen schien selbst, wenn keine sichtbaren Spalten entstanden waren, doch das Porcellan für Gase etwas durchlässig zu sein.

Zu dem ersten gelungenen Versuch war ein Aragonitkrystall von gepulverter Schlammkreide umgeben, in den Platincylinder gethan und nach vorsichtigem Anwärmen  $\frac{1}{4}$  Stunde lang heftiger Weissgluth ausgesetzt worden. Trotzdem die Röhre scheinbar ganz intact war, ergab sich, dass die Carbonate doch während des Glühens 17% verloren hatten. Der Aragonit war in viele kleine Stückchen zersprungen, was bekanntlich schon bei mässigem Erhitzen dieses Minerals eintritt, wobei sich die Moleküle zu Kalkspath umsetzen, wie das von G. Rose<sup>1)</sup> genau beschrieben worden ist. — Die Kreide

<sup>1)</sup> Poggendorff's Annalen. XLII, 1837, pag. 360.

war zusammengeschrumpft, sah gelblich aus, mit matter Oberfläche und war äusserlich kausticirt, bestand jedoch im Inneren aus einer zusammenhängenden Masse von ziemlicher Festigkeit, so dass eine gewisse Kraft nöthig war, um sie zu zerbrechen. Sie wurde 48 Stunden lang in Wasser gelegt, wobei das  $CaO$  sich löscht und einen Brei bildet, welcher durch öfteres Umrühren und Decantiren fast ganz entfernt werden konnte. Das wenige nicht weggewaschene Kalkhydrat ist unter dem Mikroskop leicht durch die Eigenschaft, das Licht einfach zu brechen, sowie durch seine Structur und geringe Pellucidität vom Carbonat zu unterscheiden. Die zurtückbleibende Substanz liess sich ganz gut zu Dünnschliffen präpariren und ergab sich unter dem Mikroskop als ein sehr feinkörniges, krystallinisches Aggregat, ähnlich manchen  $SiO_2$  haltigen Kalksteinen und Magnesiten. Um ein Urtheil über die bei diesem Experiment vorgegangenen Veränderungen zu gewinnen, untersuchte ich auch das angewandte Kreidepulver mikroskopisch; dasselbe erwies sich als aus krystallinischen, lebhaft polarisirenden Körnchen von verschiedenen Dimensionen bestehend, mithin erschien es nicht unmöglich, dass hier nur ein Aneinanderlagern der Kreidekörnchen und eine Verkittung derselben durch eine fremde Substanz stattgefunden habe. Ich analysirte deshalb zunächst die Kreide und erhielt dabei folgende Zahlen:

$CaO$	. . . . .	55.20%
$FeO$	. . . . .	0.92%
$CO_2$	. . . . .	43.64%
$SiO_2$	. . . . .	0.015%
$MgO$	. . . . .	Spur
		<hr/> 99.775.

Obgleich die Beimengung, besonders der  $SiO_2$ , nur sehr gering ist, so wollte ich doch mit möglichst reinem Material operiren und stellte mir dasselbe dar, indem ich eine wässrige Lösung von reinstem käuflichen  $CaCl_2$  heiss durch eine solche von krystallisirter Soda fällte und den entstandenen Niederschlag gut auswusch. Derselbe, ein sehr feinkörniges Pulver, ist, wie sich unter dem Mikroskop erkennen lässt, aus rundlichen, lebhaft polarisirenden Körnchen von fast gleicher Grösse (0.002—0.003 Mm.) zusammengesetzt. Bei der Analyse wurde ausser einer Spur  $MgO$  keine Verunreinigung constatirt.



Diese Substanz wurde nun in die kleinen Platincylinder festgestampft und auf die beschriebene Weise erhitzt. Ein Versuch ergab nur 4·3% Verlust. Das Pulver war zu einer festen Masse geworden, welche sich zusammengezogen hatte und den inneren Raum des Platincylinders nicht ganz ausfüllte, aber einen genauen Abdruck der an dem Ende des Cylinders durch das Zusammenbiegen entstandenen Falten darstellt, so dass man meinen konnte, dieselbe sei plastisch gewesen, doch hätte sie dann zu den Fugen des Platins herausdringen müssen. Sie war äusserlich glatt, aber kaum glänzend, auf dem Bruch sehr feinkörnig. Nachdem der Aetzkalk auf oben angegebene Weise entfernt worden war, wurde ein Präparat von dem Rest angefertigt. Durch die mikroskopische Untersuchung wurde constatirt, dass sich ein Aggregat von etwa 0·009—0·015 Mm. grossen Kalkspathkörnern gebildet hatte. Die Körnchen des angewandten Pulvers waren mithin nicht einfach zusammengebacken, sondern hatten sich zu grösseren Individuen vereinigt, so dass wir hier unbedingt eine Neubildung von körnigem Kalkstein oder Marmor vor uns haben.

Nun wurden wasserklare Aragonitkrystalle von Bilin in Böhmen und isländischer Doppelspath in das künstlich gefällte Carbonatpulver eingebettet und in derselben Weise erhitzt. Trotzdem die Carbonate 14·5% an Gewicht verloren, war doch nur der Aragonit soweit zersetzt, dass er, mit Wasser behandelt, fast total zerfiel. Das Pulver war zusammengebacken, aber nicht zu einer so festen Masse, wie bei dem oben erwähnten Versuch. Der Calcit war zum Theil ganz unverändert geblieben, zum Theil hatte er sich in eine undurchsichtige, fast weisse, etwas gelbliche Substanz verwandelt. Da dieselbe im Wasser nicht zerfiel, mit Salzsäure lebhaft brauste und beim Glühen an der Luft 43·5% verlor ( $CaCO_3$  enthält 44%  $CO_2$ ), so ist sie jedenfalls kohlensaurer Kalk. Unter dem Mikroskop liess sie eine äusserst feinkörnige Structur und an einigen Stellen noch rhomboëdrische Spaltbarkeit erkennen. Auch hier hat sich also der homogene Doppelspath stellenweise zu einem Aggregat zahlreicher, sehr kleiner und verschieden gerichteter individualisirter Körnchen umgelagert.

In den folgenden Versuchen wurden einige Aragonit- und Calcitkrystalle ohne das künstlich gefällte Carbonat erhitzt. Bei einem derselben war der Calcit wieder zu einer sehr feinkörnigen Substanz

umgewandelt, hatte jedoch seine äussere Form mit allen scharfen Kanten vollkommen bewahrt. Der grösste Theil des Aragonits war kausticirt (der Verlust betrug 16·8%), ein kleinerer aber hatte sich in hexagonalen Kalkspath umgesetzt, denn es waren eine Menge kleine längliche, rechteckige, gerade auslöschende und einige sechsseitige isotrope Figuren zu beobachten, welche doch nur als Durchschnitte von hexagonalen Prismen aufgefasst werden können.

Auch aus den Resultaten mehrerer anderer Experimente ist zu sehen, dass sich der Aragonit beim Glühen zu Kalkspath umsetzt, was besonders aus einer Vergleichung mit dem relativ grob gepulverten ungeglühten Material hervorgeht, aber so deutliche hexagonale Formen, wie die eben beschriebenen, konnten selten beobachtet werden.

Als der isländische Doppelspath allein erhitzt wurde, war die Röhre scheinbar ganz intact geblieben und die Spaltungsstücke hatten, obschon sie undurchsichtig und weiss geworden waren, ihre äussere Form bis auf eine geringe Einsenkung der Flächen vollkommen bewahrt; dennoch ergab die Wage einen Verlust von 15·4%. Nachdem der entstandene Aetzkalk auf die gewöhnliche Weise entfernt worden war, zeigte die mikroskopische Untersuchung, dass sich wieder die schon beschriebene körnige Substanz gebildet hatte, welche aber an einigen weniger stark veränderten Stellen noch deutlich die früheren rhomboëdrischen Spaltungsrisse erkennen liess. Häufig waren die Körnchen grösser, als bei den früheren Versuchen und konnten gut von einander unterschieden werden.

Da die bis jetzt erwähnten Experimente mir noch nicht genügend erschienen, vorzüglich weil sich stets ein nicht unbedeutender Gewichtsverlust, von einem theilweisen Entweichen der Kohlensäure herrührend, ergab, so stellte ich noch andere Versuche mittels eines eisernen Gefässes an. Obgleich Hall und Rose mit Flintenläufen keine günstigen Resultate erzielt hatten, glaubte ich doch, einen solchen mit Erfolg benutzen zu können, da deren jetzt stärkere angefertigt werden, als zu der Zeit, in welcher jene Forscher arbeiteten. Der von mir verwandte Lauf hatte an seinem unteren Ende, das ich zuschweissen liess, eine Wandstärke von 7 Millimeter bei einer inneren Weite von 16 Millimeter. Die Carbonate wurden, jede Art für sich, in Platincylinderchen eingeschlossen und diese mittels zwei Stückchen plastischen Thones in eine kleine,

etwa 10 Centimeter lange Porcellanröhre derart befestigt, dass auf beiden Enden derselben noch  $1\frac{1}{2}$  Centimeter leerer Raum blieb. Diesen benutzte ich auf der einen Seite dazu, einen 90 Centimeter langen, starken Eisendraht darin fest einzugypsen, auf der anderen Seite liess ich ihn leer, d. h. mit Luft gefüllt. Nachdem die so präparirte Porcellanröhre in den unteren Theil des Flintenlaufs gebracht worden war, wurde nach Hall's Vorgang erst eine leichtflüssige Legirung und dann geschmolzenes Blei darauf gegossen. Nach erfolgtem Festwerden dieser Metalle wurde das untere Ende des Laufes erhitzt, die Mündung aber durch nasse Tücher gekühlt. Trotzdem so Alles auf's Beste vorbereitet erschien, gelangen doch die Versuche auf diese Weise gar nicht. Das erste Mal muss das leichtflüssige Metall schon beim Einfüllen durch die Thonpfropfen in die Porcellanröhre unter Austreibung der Luft bis zum Platin eingedrungen sein, denn schon bei mässigem Erhitzen wurde jene Legirung in Folge ihrer stärkeren Ausdehnung durch die Poren des Eisens hindurchgepresst und tropfte aussen herab; das Platin hatte sich mit der Legirung verbunden. Ein anderes Mal hatte das Blei den Lauf nicht ganz ausgefüllt und haftete wohl in Folge dessen nicht fest am Eisen, denn schon bei Rothgluth flog plötzlich mit lautem Knall der Flintenlauf zu der einen, der Draht mit dem Blei zu der anderen Seite des Ofens hinaus, während die kleine Porcellanröhre, die Platincylinderchen und das geschmolzene Metall im ganzen Zimmer herum verstreut wurden. Nach noch einigen vergeblichen Wiederholungen schien endlich ein Versuch zu gelingen, als nach etwa halbstündigem Erwärmen der innere Druck so stark wurde, dass der Lauf sich erst aufblähte und dann barst, so dass das geschmolzene Metall, sowie die Kohlensäure und mit blauer Flamme brennendes Kohlenoxyd ausströmten.

Da sich also der Flintenlauf durchaus nicht bewährt hatte und da mir kein Ofen zur Verfügung stand, um stärkere eiserne Gefässe stark zu erhitzen, so kam ich wieder auf die Porcellanröhren zurück und disponirte den Apparat, wie früher beschrieben. Doch eine Aenderung fand statt: Bisher hatte ich starke Hitze, Weissgluth, angewendet, und zwar stets nur kurze Zeit, 10 bis 15 Minuten, da bei längerer Dauer das Porcellan weich wurde; jetzt versuchte ich, das Rohr einer weniger hohen Temperatur, halbe Rothgluth, aber längere Zeit, 3 bis 5 Stunden, auszusetzen. Eine Anzahl von Experimenten

ergab, dass auch auf diese Weise ein starker Verlust an Kohlensäure, also eine partielle Kausticirung, nicht zu vermeiden war.

Dennoch waren die Resultate von grossem Belang. Der Doppelspath war, wie früher, äusserlich weiss und undurchsichtig geworden, hatte aber seine Form mit allen scharfen Kanten vollkommen bewahrt und erwies sich unter dem Mikroskope als eine deutlich körnige Substanz; die einzelnen Körnchen waren grösser als bei den früheren Producten, lagen aber so über einander, dass sie nicht mit Sicherheit gemessen werden konnten. Der Aragonit war in Folge des Glühens in viele weisse, bröckelige Partikelchen zerfallen, welche sich unter dem Mikroskope als zweifach verschieden struirt erwiesen; theils bestanden dieselben aus einer halbdurchsichtigen, weisslichen Masse, in welcher die rhomboëdrische Spaltbarkeit des Kalkspathes mit zweifelloser Sicherheit zu erkennen war, theils aus einer mehr oder minder feinkörnigen Substanz, welche jedenfalls als ein weiteres Umwandlungsproduct des zuerst aus dem Aragonit entstandenen, aus relativ grossen Individuen zusammengesetzten Calcits anzusehen ist.

Das Pulver des reinen, gefällten kohlensauren Kalks war zu einer festen compacten Masse geworden, welche die Platinhülse nicht mehr voll ausfüllte, sondern sich darin hin und her schütteln liess, aber äusserlich genau die etwas verjüngte Form des Platingefässes, in welches es gestampft worden war, behalten hatte. Die Oberfläche erschien glatt und etwas glänzend, auf dem Bruch zeigte sich die schönste krystallinische Structur mit lebhaft glänzenden, das Licht stark reflectirenden Krystallflächen. In Folge des bedeutenden Verlustes an Kohlensäure (11—17%) zerfiel das geglühte Carbonatpulver im Wasser in viele kleine Stücke. Nach Entfernung des Kalkhydrats wurde der Rest geschliffen und liess dann unter dem Mikroskope eine, der in den früheren Versuchen ähnliche, nur viel weiter gehende Veränderung erkennen; denn es hatten sich, wie ja auch schon makroskopisch zu sehen war, weit grössere, je ein Individuum darstellende Kalkspathkörner gebildet, bei welchen eine Grösse von 0.042 bis 0.09 Millimeter gemessen wurde, während das zu diesem Versuche verwandte Pulver aus Körnchen von 0.003 bis höchstens 0.005 Millimeter Durchmesser bestand. Es gibt in der Natur feinkörnige Marmorarten, bei welchen die einzelnen Calcitkörnchen die Grösse der von mir dargestellten nicht erreichen und meine Producte würden von einem natürlichen Gesteine nicht zu unterscheiden sein,

wenn sie durch und durch aus jenen beschriebenen Krystallkörnern beständen. Dass dies nicht der Fall ist, rührt aber von der Kausticirung eines Theiles des Carbonates her, welche sich nicht nur auf die äusseren Schichten des letzteren beschränkt, sondern auch in das Innere eindrang. Als nun der entstandene Aetzkalk durch Behandeln mit Wasser entfernt wurde, musste natürlich das Ganze zerfallen. Hätte ich stärkeren Druck verwenden und dadurch das Entweichen der Kohlensäure verhindern können, so würde ich höchst wahrscheinlich einen von dem natürlichen nicht zu unterscheidenden Marmor dargestellt haben. Leider verfüge ich nicht über hierzu geeignete Apparate.

Noch einige Experimente stellte ich in der Weise an, dass ich die Porcellanröhre nicht fest auf beiden Seiten verschloss, sondern das eine Ende mit dem geöffneten Kohlensäure-Apparat in Verbindung brachte, in das andere aber einen Kautschukstopfen leicht hineinsteckte, so dass die Kohlensäure langsam hindurchströmte und dabei doch ein, wenn auch geringer Druck in der Röhre vorhanden war. Durch diese Disposition war die Möglichkeit geboten, eine höhere Temperatur anzuwenden, ohne befürchten zu müssen, dass Porcellan zum Bersten zu bringen. Die hierbei erzielten Resultate gleichen den zuletzt erwähnten so sehr, dass ich von einer Beschreibung derselben absehen kann und nur bemerken will, dass der Gewichtsverlust während des Glühens etwas geringer war, aber immer noch 7 bis 11% betrug.

Von ähnlichen Resultaten lässt sich auf ähnliche Ursachen schliessen, daher kann auch in den verschlossenen Röhren bei der hohen Temperatur nur wenig Druck geherrscht haben; dieselben müssen vielmehr, auch wenn sie scheinbar intact blieben, doch stets durchlässig für Gase gewesen sein, wofür ja auch der Umstand spricht, dass der Gewichtsverlust im Allgemeinen der Höhe der Temperatur und der Dauer der Einwirkung derselben proportional ist.

Ich hatte nun also fast ganz genau dieselben Umwandlungen, wie Hall in seinen letzten Versuchen, erzielt; die Einzelheiten in der Beschreibung seiner Producte, wie der äussere glasige Glanz, die innere „salzige“ Structur, das Auftreten von Facetten auf dem Bruch, die Halbdurchsichtigkeit, das Annehmen der Form des Platins, dagegen aber auch der theilweise Verlust von Kohlensäure und das nachherige Zerfallen passen alle auch ganz genau auf die meinigen.

Obgleich nun alle diese Eigenschaften leicht zu der Vermuthung führen können, dass eine Verflüssigung dieser Substanz stattgefunden habe, so sind sie aber noch durchaus nicht, wie Hall annimmt, Beweise dafür, wie sich aus meinen Versuchen zweifellos ergibt, denn eine nur etwas viscose Masse müsste durch die zahlreichen Spalten, welche ich in der Platinhülse absichtlich gelassen habe, wenigstens zum Theil hindurch gedrungen sein. Auch bei Hall's Experimenten bot der Platincylinder, dessen Enden nur durch aufgelegte Stücke Platinblech verschlossen waren, nach seinen eigenen Angaben einem flüssigen Inhalt Gelegenheit, auszufliessen, aber niemals erwähnt er, dass dies der Fall gewesen sei.

Nur in einer Beziehung weichen meine Producte von der Beschreibung der Hall'schen ab; die meinigen zeigten einen genauen Abdruck des Platincylinders, in welchen das Carbonatpulver gedrückt worden war, mit allen hierdurch entstandenen Ecken und Kanten, nur in Folge des Schwindens in etwas verjüngtem Massstabe; es kann hier mithin selbst nur von einem Erweichen nicht die Rede sein. Zwei der Hall'schen Präparate hingegen haben ihre ursprüngliche Form verloren, wie seine oben (S. 128 u. f.) mitgetheilten Angaben darüber ersehen lassen.

In dem einen Fall war aus Muschelschalen eine compacte Masse mit concaver Oberfläche entstanden, über deren chemische Constitution nichts erwähnt wird; hierbei betrug der Gewichtsverlust 13 Procent. Da indessen, wie Hall angibt, der grösste Theil des Productes an der Luft zerfiel, die Oberfläche desselben aber erhalten blieb, so dürfte er wohl kein reines Carbonat angewandt haben, denn dann müsste doch gerade die oberste Schichte am meisten kausticirt sein, mithin am ersten zerfallen. Ferner ist es auch nicht unmöglich, dass die Muschelschale aus Aragonit bestand, mithin beim Glühen in kleine Bröckchen zerfiel, welche sich dann wieder agglutinirt haben. Hierfür spricht noch, dass die concave Oberfläche mit kleinen Kugeln und Büschelchen (tufts) besetzt, mithin rauh war, während sie bei einer geschmolzenen Substanz doch glatt sein müsste. Uebrigens legt Hall selbst merkwürdiger oder verdächtiger Weise nicht besonderes Gewicht auf diesen Versuch.

In dem anderen Falle, wo Hall angeblich reines Calciumcarbonat in Pulverform erhitzte, scheint allerdings das Zusammen-sinken der Masse (siehe pag. 128 und 129), wobei der untere Theil

des Platincylinders vollkommen ausgefüllt wurde, sowie die abgerundete Form des in der Mitte emporstehenden Theiles derselben für eine Viscosität zu sprechen, indessen steht eben dieses Hervorragen, sowie der Umstand, dass nichts durch die am unteren Ende befindlichen Spalten hindurchdrang, damit in Widerspruch. Dass die geglühte Masse einen rings an das Platin stossenden erhöhten Rand trägt, kann nicht, wie Hall meint, hier angezogen werden, da das Pulver naturgemäss beim Eindrücken an den Seiten emporgeschoben werden musste. Zuletzt möchte ich noch auf ein wichtiges Bedenken gegen die Hall'sche Auffassung aufmerksam machen: da die geglühte Substanz jedesmal einen Gewichtsverlust erlitt, welcher doch nur von dem Entweichen der Kohlensäure herrühren kann und nachher an der Luft zerfallen ist, so muss sie eine nicht unbedeutende Quantität Aetzkalk enthalten haben. Sollte aber dieses Gemenge einen homogenen Schmelzfluss gebildet haben?

Erwägt man nun, dass das einzige schliesslich für die stattgefundenene Schmelzung sprechende Moment, nämlich das vollständige Ausfüllen des unteren Theiles des Platincylinders, bei zu lockerem Eindrücken des Pulvers schon durch seine eigene Schwere oder aber auch durch eine Verengerung des nur aus zusammengerolltem Blech gebildeten Cylinders entstanden sein kann, und berücksichtigt man ferner, dass Hall ja öfter ungenau beobachtet hat, denn schon bei seinen früheren Versuchen mit den Porcellanröhren hat er ja oft von einer wirklich erfolgten Schmelzung gesprochen, wo doch davon keine Rede sein konnte, so darf wohl auch auf diese vereinzelte Beobachtung, welcher eine Menge anderer direct widersprechen, kein allzugrosser Werth gelegt werden.

Ich glaube daher mit Bestimmtheit annehmen zu können, dass, wenn auch die Möglichkeit einer Schmelzung des kohlensauren Kalkes unter starkem Druck bei hoher Temperatur nicht absolut ausgeschlossen erscheint, es doch keinem der früheren Experimentatoren gelungen ist, denselben factisch zu verflüssigen, sondern, dass die Schmelzung nur auf Grund der Umwandlung, welche das Calciumcarbonat unter den genannten Bedingungen erfährt, erschlossen ist. Man konnte sich wahrscheinlich früher, wie Lemberg<sup>1)</sup> bereits bemerkt hat, eine derartige Veränderung der Substanz nicht ohne

<sup>1)</sup> l. c., pag. 51 f.

eine Verflüssigung derselben vorstellen, wozu noch der Umstand beigetragen haben mag, dass man die Kreide und einen grossen Theil der sedimentären Kalke für amorph hielt, während nicht nur diese, sondern selbst ein künstlicher, heiss gefällter Niederschlag von Kalkcarbonat krystallinisch ist. Aus den von mir erwähnten Experimenten früherer Forscher, sowie aus meinen eigenen geht aber klar hervor, dass der kohlensaure Kalk in verschiedener Form schon durch relativ mässige Hitze und geringen Druck eine feinkörnige Structur annimmt und dass besonders ein feines Pulver sich leicht zu grösseren Kalkspathkörnern umsetzt, ohne dabei zu schmelzen oder auch nur zu erweichen.

Deshalb kann ich mich auch der von mehreren Forschern gehegten Ansicht, dass sedimentäre Kalksteine und auch Kreide local durch die von einem hervorgebrochenen Eruptivgestein herrührende Temperaturerhöhung, verbunden mit Druck in körnige Kalke umgewandelt worden sind, nur anschliessen. Wenn, wie es dabei mitunter beobachtet worden ist<sup>1)</sup>, an den Berührungstellen der beiden Gesteine der Kalk eine porcellanähnliche Beschaffenheit angenommen, somit ein Zusammenschmelzen stattgefunden hat, wobei der Kalk im Contact mit saueren, schwer schmelzbaren Massengesteinen mehr verändert worden ist, als mit Trappgesteinen, ist ein Zweifel daran kaum mehr möglich.

Eine auf Grund eines geschmolzenen Zustandes vorausgesetzte eigentliche Eruptivität des kohlensauren Kalkes bleibt aber mindestens sehr problematisch.

---

<sup>1)</sup> F. Zirkel, Petrographie I, pag. 227 f.



## VIII. Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1884.

20. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs.

### I. Eruptionen.

Entgegen der im letzten Jahresbericht geäußerten Ansicht, dass die seit einer Reihe von Jahren andauernde ungewöhnliche Ruhe in der vulkanischen Thätigkeit ihrem Ende entgegenzugehen scheine, gehört das Jahr 1884 zu den an vulkanischen Ereignissen ärmsten, die seit der langen Periode, in der diese Berichte erscheinen, vorgekommen. Die im Jahre 1883 erfolgten Eruptionen des Aetna, Omotepec und Cotopaxi, die Ausbrüche in der Sundastrasse, auf Island und bei Alaska, bildeten demnach nur eine rasch vorübergehende Episode, da, soweit bis jetzt bekannt geworden, 1884 kein einziger erheblicher Ausbruch zu Stande kam.

#### Der Vesuv.

Die Thätigkeit dieses Vulkans dauerte, wie seit Jahren, auch 1884 in mässigem Grade fort. Seit 10. Januar bemerkte man eine erhebliche Steigerung derselben; sie hielt jedoch nicht an. Das Gleiche war im Anfang des April der Fall, wo die Thätigkeit ebenfalls vorübergehend in Zunahme war.

#### Der Aetna.

Am 22. März 1883 war ein Ausbruch des Aetna eingetreten, aber schon mit dem Beginn des April war der Vulkan zu einer ruhigen Thätigkeit zurückgekehrt, die nur einmal, 9.—11. Mai, wieder zuzunehmen schien. Im Jahre 1884 war die Thätigkeit dagegen im October am regsten. Am Fusse des Berges entstand zu jener Zeit ein neuer, etwa 500 Meter im Durchmesser haltender Krater und die von ihm ausgeworfenen Massen strömten nach dem Monte Frumento und dem Fichtenwald von Biancavilla.

#### Sundagebiet.

In der Region, wo im vorhergehenden Jahre die grösste Eruption eingetreten war, ging auch das Jahr 1884 nicht vollkommen still

vorüber. Im Mai war die vulkanische Thätigkeit auf Sumatra und Celebes lebhaft und verursachte häufig Erderschütterungen. Der Merapi hatte einen kleinen Ausbruch, dessen Detonationen bis Chundi und Salatiga zu vernehmen waren. Dagegen wurden die bei der grossen Eruption des vorigen Jahres bei Krakatoa entstandenen kleinen Inseln Calmeyer- und Steers-Eiland im August durch das Meer zerstört.

### Neuer Vulkan.

Im October 1883 waren an der Mündung der Cooksstrasse (Alaska) heftige Eruptionen eingetreten, die zum grössten Theil vom Berge St. Augustin ausgingen und später sich auf die Insel Chernaboura und zwei andere für erloschen geltende Vulkane ausbreiteten. Capitän Høyne hat nun unter 53° n. Br., 167° w. L. eine neue vulkanische Insel entdeckt, aus der man vom Schiffe aus Rauch und Feuerschein aufsteigen sah.

## II. Erdbeben.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die bis zur Zeit der Drucklegung dieser Berichte mir bekannt gewordenen Erdbeben des Jahres 1884, woran sich ein Nachtrag der erst nach Ausgabe der früheren Berichte festgestellten Erdbeben der vorhergehenden Jahre anschliesst.

### Januar.

2. Januar. In Sadiköi bei Brussa ziemlich heftiges Erdbeben, das einige Beschädigungen erzeugte.

3. Januar. In Korsá-Kowskaja am Baikalsee wieder ein Erdbeben.

5. Januar. Abends 2 Uhr 12 Min. schwacher Stoss in Marino, um 2 Uhr 25 Min. in Mondragone, Frascati, Grotta ferrata und um Mitternacht in Rocca di Papa und Marino.

7. Januar. Abends 1 Uhr 48 Min. sehr schwacher Stoss auf dem Vesuv.

8. Januar. Abends 11 Uhr 30 Min. in der Umgebung von Fermo sehr schwache Erderschütterung.

10. Januar. Abends 5 Uhr 30 Min. Erdbeben in den Abruzzen, am heftigsten in Monte Pagano, Moro d'oro, Mosciano, S. Angelo (8°), Penne (4°), in Chieti schwächer von Südwest nach Nordost und bis in die Marken bei Fermo spürbar.

10. Januar. Abends 9 Uhr 35 Min. Erdstoss in Linguaglossa (8°), in Nicolosi, Castiglione, Castoreale (4°); um 9 Uhr 50 Min. in Reggio Calabria (5°), Acireale (3°) von Nordwest; um 10 Uhr 5 Min. in Messina (4°); um 10 Uhr 11 Min. in Castiglione, Nicolosi, Castoreale; um 10 Uhr 15 Min. in Messina, und zwei Stösse (7°) in Castoreale.

11. Januar. In Droysig bei Zeitz um 3 Uhr 14 Min. mehrere leichte Erdstösse. — (Kreuzzeitung.)

13. Januar. Morgens 2 Uhr 15 Min. Erdstoss in Giulianova (3°); Abends 11 Uhr heftiger in Reggio di Calabria (6°); um 11 Uhr 25 Min. in Acireale (3°) von Nordost und um 11 Uhr 30 Min. in Messina (5°).

14. Januar. Morgens zwischen 4 und 5 Uhr Erdstoss in Messina (3°) und Abends 11 Uhr 20 Min. einer am Aetna (3°).

14. Januar. Erdbeben zu Yungpei in der chinesischen Provinz Yünnan von Nord nach Süd, 2 Sekunden lang. — (Macgowan.)

15. Januar. Morgens 12 Uhr 30 Min. am Aetna ein Erdstoss (3°).

17. Januar. Morgens kurz vor 7 Uhr in Lesina ein wenige Sekunden andauerndes Erdbeben.

18. Januar. Abends 1 Uhr ziemlich heftiger Erdstoss in Tiflis mit unterirdischem Getöse.

18. Januar. Abends 2 Uhr Erdstoss in Sarnen. (Canton Unterwalden.)

19. Januar. Morgens 3 Uhr 55 Min. Erdstoss in Sarnen.

20. Januar. Abends 10 Uhr 40 Min. Erdstoss in Sarnen.

21. Januar. Erderschütterung in Glauchau.

23. Januar. Unter diesem Datum wurde aus Constantinopel mitgetheilt: Seit 14 Tagen herrschen ununterbrochene Erdstösse in Kaladjik, Provinz Kostambul, wodurch schon mehrere Minarets einstürzten.

23. Januar. Morgens 1 Uhr 10 Min. schwacher Stoss in Montefortino (3°); Abends 6 Uhr 15 Min. einer in Frascati (3°) von Nordwest nach Südost und um 10 Uhr in Città di Castello (3°).

24. Januar. Abends 11 Uhr in Mostar ziemlich heftiges Erdbeben von West nach Ost, fast 3 Secunden lang.

25. Januar. Morgens 4 Uhr Erdstoss in Randazzo (5°), Giarre (7°) und Acireale (3°).

26. Januar. Morgens 12 Uhr 10 Min. schwacher Stoss in Fermo (3°) und stärker in Ripatransone (6°), um 1 Uhr in Giulianova (3°).

26. Januar. Morgens 5 Uhr 30 Min. in Ta-li-Fu, Provinz Yünnan, zwei schwache Erderschütterungen von Süd nach Nord. — (Macgowan.)

27. Januar. Morgens 2 Uhr 39 Min. Stoss in Acireale (3°).

28. Januar. Abends 6 Uhr Erdstoss zu Roccamandolfi (3°).

29. Januar. Morgens 2 Uhr 37 Min. Stoss in Acireale (3°).

31. Januar. Abends 3 Uhr Erderschütterung (3°) bei Isernia und Venafro (Italien).

### Februar.

3. Februar. Abends 9 Uhr gleichzeitig in Banjaluka, Jajce, Vacar-Vakuf und Travnik ein sehr heftiges, 8 Secunden andauerndes Erdbeben von West nach Ost. — (K. k. Militär-Telegraphendirection.)

8. Februar. Abends 7 Uhr 27 Min. Erdbeben in Liddes bei Martigny (Wallis), das sich um 9 Uhr 20 Min. wiederholte.

10. Februar. Heftiges Erdbeben im District Biroari, Provinz Bitlis (Türkei). Viele Häuser stürzten ein.

12. Februar. Morgens 8 Uhr 10 Min. in Cattaro schwacher Erdstoss von Süd nach Nord während 3 Secunden. Die wellenförmige Bewegung wurde auch in Budua gespürt. — (Beide Beobachtungen von der k. k. Telegraphenstation.)

13. Februar. Leichtes Erdbeben in Funchal auf Madeira während der Nacht. — (Frankf. Zeitung.)

15. Februar. Morgens 10 Uhr 10 Min. Erdbeben in Eclépens, Cossonay und umliegenden Orten im Canton Waadt.

17. Februar. Morgens 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr heftige Erderschütterung von 30 Secunden in Selzthal, Liezen, Wörschach, Steinach, Rottmann und Donnersbachau in Obersteiermark. In Admont war es 10 Uhr 24 Min. wellenförmig von West nach Ost und dauerte 4 Secunden, in Spittal mit Getöse um 10 Uhr 23 Min. in südwest-nordöstlicher Richtung.

26. Februar. Abends 5 Uhr 21 Min. (Pragerzeit) in Sagor an der Save in Krain drei starke Erdstösse rasch von Ost nach West sich folgend. Bilder an den Wänden schwankten und leichtere Gegenstände fielen von den Tischen.

28. Februar. Gegen Mittag Erdstoss in Smyrna.

29. Februar. Morgens 2 Uhr Erdbeben in Smyrna. Seit mehreren Tagen schon hörte man in Vurla bei Smyrna dumpfes unterirdisches Getöse und spürte kürzlich zwei starke Erderschütterungen.

### März.

4. März. Heftiges Erdbeben zu Potenza, so dass die Bevölkerung die Nacht im Freien zubrachte.

5. März. In Glamatsch in Bosnien sehr heftiger Erdstoss von West nach Ost.

Anfangs März fanden am persischen Meerbusen bedeutende Verheerungen herbeiführende Erdbeben statt. Sehr heftig waren sie zu Mascate und Nedje, in deren Umgebung neun Dörfer zerstört wurden, auch bedeutende Senkungen machten sich bemerklich.

Zwischen 7. und 15. März fand auf Chios wieder ein heftiges Erdbeben statt.

13. März. Ziemlich starkes Erdbeben in Alicante.

13. März. Abends 7 Uhr 20 Min. Erdbeben in Corcelles bei Payerne (Canton Waadt).

14. März. Morgens 4 Uhr heftiges Erdbeben mit unterirdischem Getöse in Constantinopel. — (Nice, Phare du Littoral.)

24. März. Ein grosser Theil von Ober- und Mittel-Slavonien wurde an diesem Tag von heftigen Erderschütterungen heimgesucht. Am meisten litt Diakovar, wo der Hauptstoss um 9 Uhr Abends erfolgte und 10 Secunden dauerte, während das darauf folgende Getöse bis 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr Morgens fast unausgesetzt anhielt. Am stärksten wurde der bischöfliche Palast, das Seminar, die Pfarrkirche, das Nonnenkloster, die Kasernen und das Bezirksamt beschädigt, doch blieb fast kein Haus unversehrt, zahlreiche Dächer und Schornsteine stürzten ein. Der Dom blieb unversehrt. In Vinkovce war der Stoss heftig und hielt 8 Secunden an, weniger stark war er in Pozeg; überall ging er von West nach Ost. In Fünfkirchen und Essegg erfolgte um 9 Uhr 4 Min. Abends ein heftiges Erdbeben mit unter-

irdischem Getöse; in Agram war nur lange anhaltendes Getöse zu bemerken.

25. März. Abermals Erdbeben in Diakovar. Das unterirdische Getöse wiederholte sich in viertel- und halbstündigen Intervallen die ganze Nacht.

25. März. In San Francisco zwei so heftige Erdstösse, dass die Bevölkerung ihre Häuser verliess.

26. März. Abermals Erdbeben in Diakovar.

27. März. Morgens ein schwacher Stoss in Diakovar; Abends 10<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr dagegen ein ebenso heftiger, wie der erste war, durch den der bis dahin unversehrte Dom beschädigt wurde. Im Ganzen sind mehr als dreissig Stösse festgestellt.

28. März. Nachmittags leichte Erderschütterung auf Ischia.

### April.

1. April. In Diakovar drei Erderschütterungen und in der folgenden Nacht noch eine.

1. April. Morgens 1 Uhr 22 Min. Erdstoss in Payerne.

2. April. Morgens 2 Uhr 20 Min. Erdbeben in Payerne und Séchelles.

22. April. Morgens zwischen 9 Uhr 15 und 9 Uhr 20 Min. in den östlichen Grafschaften von England starke Erdstösse, am stärksten in Colchester mit unterirdischem Getöse, wo ein 150 Fuss hoher Kirchthurm zusammenstürzte, und vor Allem in dem Fischerdorf Wyvenhoe, in dem nicht ein Gebäude unversehrt blieb. Die schöne romanische Kirche daselbst verlor alle ihre Thürme und Thürmchen; in Ipswich zitterten alle Gebäude und viele Schornsteine stürzten ein, in Alberton stürzte das Pfarrhaus zusammen, wobei der Pfarrer verwundet wurde; in Langhoe wurde die Kirche gänzlich zerstört und kein Haus blieb unbeschädigt, in Teldon stürzte ein Wirthshaus ein, wobei es zwei Todte gab, in Southend, Shrewsbury, Mannigton, Chelmsford, Bury zitterte die Erde bei unterirdischem Getöse. Das Erdbeben dauerte 30 Secunden und der ganze Süden und Osten von England ward davon betroffen. Am deutlichsten soll der Stoss in Cambridge, Northampton, Harwich, Woolwich und bis Bristol wellenförmig gespürt worden sein und immer in der Richtung von Ost nach West. Auch in dem östlichen Theil von London wurde die Erschütterung beobachtet und soll hier am auffallendsten längs der Themse

gewesen sein. Zwischen 9 Uhr 15 und 20 Min. wurde an allen diesen Orten Getöse vernommen. — Die Richtung des Erdbebens ging genau von Oxwell bis Ipswich durch den Stour nach dem Colne-Fluss bei Wyvenhoe und von da zur Themsemündung. Bis Wyvenhoe und Langenhoe war eine Zunahme der Intensität, von da an eine Abnahme festzustellen und jenseits der Themse, am Ufer von Kent, endigte die Bewegung. Um 9 Uhr 17 Min. vernahm man in Colchester zuerst unterirdisches Rollen, das mehrere Secunden lang zunahm, dann trat kurze Stille ein und gleich darauf erfolgten vier deutliche Wellenhebungen, die drei ersten zunehmend und  $1\frac{1}{2}$  Secunden von einander.

24. April. Morgens 9 Uhr 53 Min. starke Erderschütterung in Esslingen (Württemberg) während 30 Secunden. Die Böden in dem neuen Realschulgebäude geriethen in Schwankungen. (Frankfurter Zeitung.)

27. April. Abends 12 Uhr 15 Min. Erdbeben in Pontresina, Samaden, St. Moritz und Silz im Engadin.

30. April. Morgens 8 Uhr in Genthin, Grosskreuz, Leheim und Brandenburg a. d. H. eine Erderschütterung. — (Kreuzzeitung.)

### Mai.

13. Mai. Heftiges Erdbeben in Crevassa, die griechische Kirche wurde zerstört und in Panderna mehrere Magazine, eines auch in Erdek. In Constantinopel wurden die Erdstösse ebenfalls gespürt.

19. Mai. Auf der Insel Kishem im persischen Meerbusen heftiges Erdbeben, dem gegen 200 Menschen durch den Zusammensturz ihrer Häuser zum Opfer gefallen sein sollen.

Im Mai erfolgten auf Sumatra und Celebes mehrere Erderschütterungen, die mit der dortigen vulcanischen Thätigkeit zusammenhingen.

24. Mai. Morgens 6 Uhr in Kornat (Oesterreich) heftiges Erdbeben, die Fenster klirrten, Uhren blieben stehen, Bilder und Spiegel bewegten sich. Es scheinen fünf bis sechs rasch einander folgende, von Süd nach Nord gehende Erdstösse gewesen zu sein, welche dem Berichterstatter das Gefühl, als würde er emporgehoben, erzeugten.

### Juni.

4. Juni. Abends 9 Uhr 11 Min. Erdbeben in Scaufs, Zutz, Celerina, St. Moritz, Samaden, Pontresina, Silvaplana, Sils Maria,

Fex-Platta, Crasta, Savognino, Berglün, Filisur, Glarus, Davos, Klosters, Serneus, Langwies, St. Peter, Chur; überall war die Intensität 3—4°, nur in Davos Dörfli fast 5°.

5. Juni. Morgens 9 Uhr 55 Min. ziemlich heftiges Erdbeben in Aleppo von 6 Secunden.

23. Juni. Abends 11 Uhr 10 Min. Erdbeben zu Sion und Sierre im Canton Wallis.

24. Juni. Abends gegen 7½ Uhr ein mehrere Secunden anhaltendes Erdbeben in der Umgebung von Freiburg i. B., am heftigsten in Gatternheim und Endingen, am letzteren Ort auch mit Getöse. In Kenzingen ging es von Südwest nach Nordost und war ziemlich heftig. Leute im Freien empfanden ein Zittern des Bodens, in den Häusern klirrten die Fenster und zitterten die Möbel.

29. Juni. Morgens zwischen 6 und 7 Uhr auf dem ganzen Gebiet des Neutraer Comitatus mehrere Erderschütterungen. In Morava 6½ Uhr donnerähnliches Getöse; in Cseithe Erdbeben von 20 Secunden; in Podola ging der Erschütterung Dröhnen voraus, ebenso in Becsko, Rakalub, Vjesska, Kocsco und Vagujfalu. Die an den Wänden hängenden Gegenstände schwankten, Fenster klirrten. In Verbo Erderschütterung von 8—10 Secunden von West nach Ost, welche Zwischenräume von 1000—2000 Klafter unberührt liess (Erdbebenbrücken). Man konnte zwei Stösse spüren. In Vittencz um 7 Uhr 29 und 7 Uhr 39 Min. Erdbeben von je einer Minute, in Vay-Ujhely von 3 Secunden, in Postyan 6 Uhr 40 Min. morgens drei Stösse und ein stärkerer um 8 Uhr.

### Juli.

10. Juli. Abends 6 Uhr 20 Min. ziemlich starke Erderschütterung in Stassfurth.

12. Juli. Nachmittags erfolgte ein schwacher Erdstoss in Massauah am Rothen Meer und in der folgenden Nacht ein zweiter.

15. Juli. In Almeria erfolgten zwei Erdstösse.

16. Juli. Morgens 4¾ Uhr Erdstoss in Genf.

16. Juli. In Norwich in Cheshire fanden wieder Erderschütterungen statt, auch erfolgten Einstürze in dem unter der Stadt hinziehenden Salzlager. Die Dachgebälke begannen zu knistern und Mauern barsten. Ein in der Mitte der Stadt gelegenes Häuserviertel, besonders die Wagenfabrik von Jones, begann vor den Augen der



Einwohner zu versinken und Abends ragten nur noch die Spitzen des Dampfschlotes aus der Erdspalte hervor.

17. Juli. Abends 1 Uhr Erdbeben in Lutry, Epesse, Grandvaux, Chavaux (Canton Waadt).

19. Juli. Erdbeben zu Paschiavo (Graubünden).

20. Juli. Morgens 2 Uhr 20 Min. ziemlich heftiger Erdstoss in Agram 3 Secunden lang, begleitet von unterirdischem Rollen.

23. Juli. Früh morgens in Massanaah wieder eine Erderschütterung und darauf 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr morgens eine so heftige, dass alle Steinhäuser beschädigt und die Schiffe im Hafen hin- und hergestossen wurden. Noch in einer Entfernung von 36 Stunden war das 23 Secunden dauernde Erdbeben ebenso stark.

23. Juli. Abends 12 Uhr 40 Min. in Forio (Ischia) heftige Erderschütterung von unterirdischem Rollen begleitet.

### August.

3. August. Abends 1 Uhr 50 Min. in Fotscha, Südbosnien, ziemlich heftiges Erdbeben, schwach beginnend und nach einer Pause von <sup>1</sup>/<sub>4</sub> Secunde starkes Rollen mit so heftigen Erschütterungen, dass auf einem Tische stehende Flaschen und Gläser umfielen.

4. August. Abends 2 Uhr 2 Min. zwei ziemlich starke Erdstösse in Gorazda bei Fotscha an der Drina in Bosnien 3 Secunden lang von Südost nach Nordwest.

7. August. Morgens 1 Uhr heftiger Erdstoss im Albanergebirge, besonders in Frascati, Marino und Albano, aber auch in Rom gespürt. Um 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr morgens folgten noch zwei Stösse nach, allen drei ging unterirdisches Getöse voran. Die Einwohner flohen aus den Häusern. Beim ersten Stoss ging die Bewegung von Velletri nach Nemi, Arricia, Castell Gondolfo, Rocca di Papa und Frascati. In Arricia stürzten Kamine ein; die beiden letzten Stösse erstreckten sich bis Porto d'Anzio.

10. August. Erdbeben längs der Küste von Maine bis Maryland und westlich bis zu dem Alleghanygebirge. Die grösste Intensität besass es in Hartford, Co., wo mehrere Personen zur Erde geworfen und verletzt wurden. In verschiedenen Theilen von New-York stürzten die erschreckten Bewohner auf die Strasse, ebenso in Longbranch und Long-Island. In Boston erfolgten sechs Stösse, wodurch die Gebäude bedenklich schwankten. Die Dauer betrug auf der

ganzen Strecke, sowohl in Portland, als in Philadelphia 10 Secunden, Baltimore und Brattleborough in Vermont scheinen die Grenzen gebildet zu haben. Bei Philadelphia gerieth das Meer in Aufregung und riss die Schiffe vom Anker.

20. August. Abends 11 Uhr 5 Min. in Travnik, wie die k. k. Militärtelegraphenstation meldete, ein sehr starkes, von Nord nach Süd gerichtetes Erdbeben von 2 Secunden.

26. August. Heftiges Erbeben auf der Insel Jersey. Im Innern der Häuser spürte man die Stösse deutlich.

27. August. Abends 12 Uhr 45 Min. in Witten heftiger Erdstoss von Südost nach Nordwest.

### September.

2. September. Morgens 8 Uhr 7 Min. wurden in Vöslau die Bewohner der Wald- und Gainfahrer Hauptstrasse durch einen 9 Secunden anhaltenden Erdstoss erschreckt. Besonders in Gainfahra war die Erschütterung so heftig, dass die Bewohner aus den Häusern stürzten. Der Thürmer der Hauptpfarrkirche will in der vorhergehenden Nacht in kurzen Intervallen schwächere Erderschütterungen beobachtet haben. Das Erdbeben wurde auch im Triestingthal gespürt, in St. Veit morgens 8 Uhr 10 Min. wellenförmig von Nordost nach Südwest mit starkem unterirdischem Donner von 5—6 Secunden, besonders aber am Triestingfluss und in den an der Berglehne erbauten Häusern, wo Bilder von den Wänden stürzten. In Wiener-Neustadt morgens 8 Uhr 22 Min. ging es von Nordwest nach Südwest mit donnerähnlichem heftigen Rollen, von schweren Nachstössen begleitet.

Anfangs September fanden auf der Halbinsel Tscheschine oder Erythra bei Smyrna wieder Erdstösse statt.

7. September. Abends 12 Uhr 34 Min. Erdbeben in La Cure, Vallée u. a. O. im Canton Waadt.

8. September. Abends 10 Uhr 19 Min. in Lesina zwei sich schnell folgende Stösse, der erste schwach, der zweite so stark, dass Fenster klirrten. Das Erdbeben war von donnerähnlichem, von West nach Ost sich fortpflanzendem Getöse begleitet. In Semafor-Lissa dauerte es 5 Secunden und soll auch auf der Insel Brazza beobachtet worden sein. Nach Herrn Buccich wäre genau dasselbe Gebiet, wie im Juli und August 1870 betroffen worden.

13. September. Abends 2 Uhr 38 Min. Erdbeben von 4 Secunden auf Lissa.

18. September. Abends 2 Uhr 45 Min. heftige Erdstösse in Windsor, Ont.; um 2 Uhr 20 Min. in Grasslake, Mich, Tolido-Ohio, und mehreren anderen Orten. Das Erdbeben dauerte eine viertel Stunde, Mauern erhielten Risse und Möbel wurden von ihrem Platze gerückt. Das Erdbeben war an vielen Orten von Ontario und Kentucky, auch in Detroit, Cincinnati und Fortwayne bemerkt, an beiden letzteren Orten aber schwach.

20. September. An vielen Punkten von Indiania, Ohio, Michigan, Jova, Ontario ein Erdbeben.

28. September. Morgens Erdbeben in Taschkend.

### October.

9. October. Morgens 12 Uhr 10 Min. in Schrems in Niederösterreich ein heftiges Erdbeben, dem ein 4—5 Secunden anhaltendes Getöse voranging, das von den wachenden Personen gehört wurde. Auch in Gmünd und Zwettl wurde es gespürt.

### November.

14. November. In Clithorve, Lancashire, heftiges Erdbeben, so dass die Einwohner erschreckt aus den Häusern stürzten.

16. November. Morgens 2 Uhr 9 Min. in Pontafel ein so starker Erdstoss, dass die meisten Personen aus dem Schlafe geweckt wurden.

17. November. Morgens 1 Uhr 56 Min. heftiges Erdbeben mit Rollen von Süd nach Nord, drei Secunden lang in Klagenfurt, Pichlhof, Pörschach, Treibach, Maria-Saal und Hirt. Das Erdbeben war weit verbreitet, von Klagenfurt nordwärts über Ulrichsberg bis St. Veit und Feldkirchen. Besonders heftig war es in Brückl, wo viele Leute entsetzt aus den Betten sprangen, Fenster und Geschirre klirrten. In Lölling (1103 Meter) erzitterte das Mauerwerk, in Kleinglödnitz wurde ein starker Stoss und ein Getöse, wie von schweren, rasch fahrenden Wagen gehört.

18. November. Zu Carinzia im Venetianischen schwache Erderschütterung.

21. November. Morgens 4 Uhr 48 Min. in Heidelberg ein 4—5 Secunden dauerndes Erdbeben von Ost nach West. Bei vollkommener Stille hörte man deutlich ein Klirren der Fenster.

23. November. Heftiger Erdstoss im Thal von Susa und dessen Umgebung.

23. November. Abends 4 Uhr 25 Min. heftiges Erdbeben in den Hautes Alpes, besonders in Emprun, etwas schwächer in Gap mit unterirdischem Getöse von 4—5 Secunden, Glocken läuteten und Möbel rutschten. Das Erdbeben breitete sich längs der Alpen zu beiden Seiten aus, denn es wurde einerseits bis Genf, Marseille, Toulon, Nice, Mentone, andererseits bis Turin gespürt. In Nice war es um 4 Uhr 28 Min. und ging von Südwest nach Nordost. — (Petit Nicois.)

24. November. Morgens zwischen 2 und 6 Uhr fünf heftige Erdstöße in Markt Franz, Bezirk Cilli (Untersteiermark).

27. November. Heftiger Erdstoss in Susa und Umgebung.

27. November. Ausgedehntes Erdbeben in Savoyen und der romanischen Schweiz abends 11 Uhr 9 Min. In der Schweiz wurden die Cantone Waadt, Genf, Neuchâtel und Wallis betroffen.

27. November. Abends 10 $\frac{1}{2}$  Uhr leichter Erdstoss in Menton und Nice (J. de Menton).

28. November. Abermals in Susa und Umgebung Erdbeben.

### December.

4. December. Abends 10 Uhr 40 Min. in Smyrna und auf Chios heftiger Erdstoss.

18. December. Die Barke Isabel St. John aus Cadix nach New-York unterwegs, empfand unter 38° 51' nördl. Br., 29° 55' L. ein heftiges Seebeben mit donnerartigem Getöse.

20. December. Erdbeben in Lavello und Deliceto in der Basilicata (Italien).

20. December. Morgens 3 $\frac{1}{2}$  Uhr Erdstoss in Fleurier im Canton Neuchâtel.

22. December. Morgens 3 Uhr 28 Min. Erderschütterung in Lissabon und an der Küste von Galicien.

22. December. Morgens auf den Azoren zwei Erdstöße von Ost nach West, durch ein paar Secunden von einander getrennt.

23. December. Schiffe unter 33° nördl. Br., 15° L. empfanden ein Seebeben.

25. December. Abends 8 Uhr 17 Min. zwei starke und 11 Uhr 5 Min. abends ein schwacher Erdstoss in Zernetz (Graubünden) von Nordwest nach Südost.

25. December. Beginn des grossen Erdbebens im südlichen Spanien. Die dem Schauplatz dieses Ereignisses nahe gelegenen, hauptsächlich in Lissabon beobachteten Erderschütterungen am 22., sowie die erwähnten Seebeben könnten als Vorläufer betrachtet werden, doch weisen keine Anzeichen direct darauf hin. Das Erdbeben, das grösste der von Spanien bekannt gewordenen und eines der furchtbarsten von Europa begann am 25. December Abends 8 Uhr 55 Min. in Andalusien. Die beiden Provinzen Malaga und Granada wurden am stärksten davon betroffen. Ein um diese Zeit im Theater von Malaga anwesender Beobachter gibt, was in Folge der eingetretenen allgemeinen Verwirrung und des Entsetzens nicht allgemein beachtet wurde, an, dass zuerst zwei deutliche Stösse erfolgten, die alsbald in seitliches Schwanken übergingen, das langsam anfang und sich zu solcher Heftigkeit steigerte, dass einige Reihen der Sitze sich vom Boden ablösten, an dem sie befestigt waren und von einer Seite zur anderen bewegt wurden, während der Kronleuchter in weitem Bogen über den Köpfen der Zuschauer oscillirte. Schon daraus geht die Stärke der Bewegung hervor, dieselbe muss aber in Alhama und den der Sierra Tejeda zunächst gelegenen Orten noch heftiger gewesen sein. da dort der Boden in sichtbare Wellenbewegung gerieth, die Augenzeugen mit den Wogen des Meeres verglichen. Auch scheint die Erschütterung fast überall gleichzeitig gespürt worden zu sein. denn die Uhr der Kathedrale von Malaga blieb auf 8 Uhr 54 Min. stehen und diese Zeit wird von allen betroffenen Orten angegeben. Ueberall stürzten Häuser und andere Gebäude ein, wodurch viele Menschen ihr Leben verloren, doch litten einzelne Orte weit stärker, wie andere, vor allem Alhama, das gänzlich vernichtet wurde und dessen Bewohner meist Opfer der Katastrophe wurden. Alle Kirchen von Malaga erhielten Risse, in Alhama wurden sie alle zerstört und von 1757 Häusern, aus denen es bestand, bildeten 1462 einen Trümmerhaufen. In Malaga wurden nur 5 Personen getödtet und 15 verwundet. Allgemeine Panik verbreitete sich und die Mehrzahl der Einwohner floh trotz des Regens und der Kälte in's Freie. In der Stadt Granada war der Schreck wo möglich noch grösser als in Malaga. doch entstand weder an der Kathedrale, noch an der Alhambra

erheblicher Schaden. Sehr stark litten eine grosse Zahl kleinerer Orte, wo die Zahl zerstörter Wohnungen und besonders von Kirchen und Klöstern sehr gross war, so dass es allerwärts unter den Trümmern Todte und Verwundete in Menge gab. Im Ganzen haben 40 bis 50 Städte mehr oder weniger gelitten. Dieses erste Erdbeben dauerte gegen 10 Secunden und pflanzte sich von Ost nach West fort, so dass es die Grenzen der beiden Provinzen Malaga und Granada überschritt, in den anderen andalusischen Provinzen, Jaen, Sevilla und Cadix noch sehr erheblich war und mindestens im sechsten Theil von Spanien deutlich gespürt wurde. Auch in Madrid waren noch zwei Stösse von Süd nach Nord so heftig, dass eine allgemeine Panik entstand. In der Oper hörten die Sänger auf und die Zuschauer flüchteten. Das Haus Nr. 2 der Strasse Sombbrero wurde so sehr beschädigt, dass es geräumt werden musste. In Sevilla stürzte ein Theil des Klosters Misericordia zusammen, selbst in Cadix war das Erdbeben ebenso empfindlich, man kam aber mit dem Schrecken und geringem materiellen Schaden davon. Unter dem allgemeinen Schrecken und in Folge der Flucht der Bevölkerung blieben die weiteren Erderschütterungen und die Zeit ihres Eintrittes an diesem Tage unbeachtet, so dass darüber kaum nähere Details zu erlangen sind. Das Erdbeben hielt jedoch längere Zeit an und wurde in den folgenden Tagen bald an dem einen, bald an dem anderen Orte gespürt. (Ueber die eingetretenen geologischen Veränderungen siehe die Besprechung am Schluss.)

25. December. Abends 10 Uhr in Velletri ein sehr schwacher Stoss. Da um 8 Uhr 58 Min. der erste heftige Stoss in Spanien erfolgte, so ist es nach Ansicht des Herrn de Rossi, in Anbetracht der W.—O.-Distanz zwischen Spanien und Velletri, nicht unmöglich, dass er die Fortpflanzung jenes Stosses war; es gibt nur 2 Minuten Differenz.

26. December. Mehrere Erdstösse in Granada, wodurch Dächer und Häuser wieder Schaden litten.

27. December. Abermals zahlreiche Erderschütterungen in Granada. Am Morgen wiederholten sie sich in mehreren Provinzen. In Antequerra entstanden einige Beschädigungen, in Velez stürzten mehrere Gebäude zusammen, in Loja gab es bedeutende Zerstörungen und in Montril Todte und Verwundete. Der Flecken Albunuelas wurde fast ganz zerstört; ausserdem stürzten in Nerja. Murchas, Tailaraia, Colmenar, Periana, Pizarra, Estopena Häuser zusammen.

28. December. Sehr heftige Erdstösse in Torrox, Provinz Malaga, und in dem schon am 25. fast ganz zerstörten Alhama.

28. December. Abends 10 Uhr 45 Min. Erdstoss in Tarvis und Umgebung.

28. December. Morgens 8 Uhr 11 Min. Erdbeben in Megugnano am Monte Baldo.

29. December. Morgens 1 Uhr 30 und 2 Uhr 20 Min. zwei Erdstösse in Tarvis.

29. December. Mehrere Erdstösse zu Rio-Gordon, Vinneda, Alarnatejoz, wo mehrere Häuser einfielen, während Albuquerque fast ganz vernichtet wurde.

30. December. Abends zwischen 8 und 10 Uhr fanden zwei Erderschütterungen in Granada statt, wodurch die Universität, das Spital und Gefängnis und der Palast des Generalcapitäns litten. Die Bevölkerung brachte die Nacht im Freien bei angezündeten Feuern zu. An demselben Abend erfolgte ein heftiger Stoss in Archidona (Granada), der mehrere Gebäude beschädigte. In den Bergen von Puerto Sol entstanden grosse Spalten, die Stadt Jayena wurde zerstört. Auch in Periana u. a. O. erneuerten sich die Erschütterungen.

31. December. Gegen Mittag neue Erdbeben in Velez, wo mehrere Häuser einstürzten. Die Einwohner hatten alle die Stadt verlassen. In Nerja wiederholten sie sich den ganzen Tag mit bedeutendem Schaden, Torrox (Malaga) wurde fast ganz zerstört, in Albuñuelas (Granada) öffnete sich der Boden, eine Kirche bis zum First und vier Häuser sammt den Bewohnern versanken darin.

Ausser den bisher angegebenen Beschädigungen constatirte der officiële Bericht über die am meisten betroffenen Orte:

	Todte	Verwundete	Häuser zerstört	Häuser beschädigt
Alhama . . . .	307	502	973	260
Albuñuelas . . .	103	500	362	146
Arenas del Rey .	135	—	160	16
Canillas . . . .	Zahlreiche Todte		Mehrere Häuser	
Jayena . . . . .	10	—	100	18
Santa Cruz . . .	4	—	164	46
Loja . . . . .	47	—	—	—
Olivar . . . . .	4	—	—	—
Murchas . . . .	—	—	805	9
Vantas Zafarraya	50	—	371	53

Die Stadt Competa ist zerstört, in Beznar sind mehrere Häuser und die Kirche eingestürzt, in Benumagoza wurden mehr als 500 Häuser unbewohnbar und Altrema ist nahezu zerstört.

---

Die Zahl der in voranstehender Zusammenstellung enthaltenen Erdbeben beträgt 123, die sich folgendermassen auf die Jahreszeiten vertheilen:

Winter: 57.

(December 19, Januar 28, Februar 10.)

Frühling: 24.

(März 13, April 7, Mai 4.)

Sommer: 21.

(Juni 5, Juli 9, August 7.)

Herbst: 21.

(September 8, October 1, November 12.)

An folgenden Tagen ereigneten sich mehrere Erdbeben an verschiedenen Orten:

10. Januar. Abbruzzan, Aetnagebiet.

14. Januar. Messina, Yungpei.

18. Januar. Tiflis, Sarnen.

23. Januar. Kaladjik, Montefortino.

26. Januar. Fermo, Yünnan.

13. März. Alicante, Waadt.

25. März. Diakovar, San Francisco.

1. April. Waadt, Slavonien.

16. Juli. Genf, Norwich.

23. Juli. Massauah, Forio.

20. December. Neuchâtel, Basilicata.

25. December. Graubündten, Andalusien, Velletri.

28. December. Andalusien, Tarvis, Monte Baldo.

29. December. Tarvis, Andalusien.

Folgende Orte wurden mehrfach im Laufe des Jahres erschüttet:

Messina: 10., 14. Januar.



Smyrna: 28., 29. Februar, 7. März, Anfang September,  
4. December.

Diakovar: 24.—27. März, 1. April.

Ischia: 28. März, 23. Juni.

Pontresina: 27. April, 4. Juni.

Massanah: 12., 23. Juli.

Genf: 16. Juli, 23. November.

Constantinopel: 14. März, 13. Mai.

Nizza-Menton: 23., 27. November.

Granada und Malaga: vom 25. December an häufig.

Sarnen: 18., 19., 20. Januar.

Payerne: 1., 2. April, 27. November.

Die erste Stelle unter den Erdbeben des Jahres 1884 nimmt in Bezug auf Ausdehnung und weittragende Folgen die andalusische Erdbebenperiode ein, die erst gegen Ende des Jahres begann und bei Abfassung dieses Berichtes, im März 1885, ihr Ende noch nicht erreicht hatte. In der zweiten Hälfte des Januar 1885 nahmen die Erschütterungen zwar wieder zu, im Ganzen liess sich aber doch nicht verkennen, dass die Zahl der Stösse und ihre Intensität sich verringerte. Die grosse Katastrophe erfolgte gleich am Anfange. am 25. December 1884, und ergänzte sich durch die heftigen Erdstösse am 27., 28., 30. und 31. December. Nur am ersten Tag war der erschütterte Raum so gross, dass der gesammte Raum zwischen der Provinz Cadix und dem Cabo di Gata, sowie von der Küste des Mittelländischen Meeres bis zu der carpentarisches Cordillere betroffen wurde, der also ganz Andalusien und einen grossen Theil des centralen Tafellandes, umfasste und nur an diesem Tage waren die Erschütterungen gleichzeitig auf dem ganzen Gebiet, während an den anderen Tagen bald der eine, bald der andere Theil desselben betroffen wurde. So zeichnete sich der 30. December in Granada durch Heftigkeit der Erschütterungen aus, in Folge deren in dieser Stadt, dann in Jayena und Archidona erheblicherer Schaden entstand, als selbst am 25.; am 31. December dagegen waren sie in Nerja, Velez und Albuñuelas besonders stark und zerstörend, in Nerja wiederholten sie sich sogar an diesem Tag und dem 1. Januar 1885 fast ununterbrochen den ganzen Tag. In der Nacht vom 2.—3. Januar hatten sie in Granada und Malaga fast ganz aufgehört, dauerten aber an anderen Orten, z. B. Algarrobo, Comares, Canillas u. s. w.

fort. Von den Erschütterungen dieser Periode, welche im folgenden Jahresbericht im Detail mitgetheilt werden, zeichneten sich Stösse am 8. Januar in Torrox und Loja, am 12. Januar in den am Abhang der Sierra Tejeda gelegenen Orten und am 2. Februar in Contes aus.

Die Wirkungen des Ereignisses traten am auffälligsten in Alhama, Arenas del Rey, Periania, Zafarraya, Alcancin, Albunuelas hervor. Alhama lag auf einem von Schluchten auf drei Seiten umgebenen tertiären Hügel und durch eine der Schluchten floss der reissende Almarchar. Die Häuser drängten sich bis an den äussersten Rand der Schluchten und als bei dem Erdbeben der Fels abbröckelte, stürzte der obere Stadttheil auf den unteren herab, der Fluss wurde verschüttet und dadurch drei Seen gebildet, welche die früher hier befindlichen Gärten bedeckten. Weiter thalwärts bildet ihr Ausfluss nun hohe Cascaden. Albunuelas lag in einer grossen Felsenschlucht des Gebirgslandes südlich der Sierra Nevada in drei Abtheilungen am Nordabhange der Schlucht und ist, ebenso wie Jayena und Arenas del Rey, vernichtet. Das Dorf Guevejar am südwestlichen Abhang der Sierra Cogollos liegt auf einer auf Kalkstein ruhenden Thonschicht. Seit Beginn der Erdbeben fing der auf dem Abhang gelegene Theil des Dorfes an, sich zu verschieben, einige Häuser 27 Meter weit gegen den Fluss Cogollos hin, andere nur um 3 Meter. Ueberhaupt sind mehrfach Veränderungen des Bodens eingetreten. An vielen Orten hat er sich gespalten und in der Umgebung von Periania zeigen sich überall am Fusse der Sierra Tejeda tiefe, weit geöffnete Risse und die Oberfläche des Bodens wurde so verschoben, dass sich die Grenzen der Bauerngüter nicht mehr feststellen lassen. Eine der merkwürdigsten Spalten beginnt bei der Sierra de Jata und endet bei Zafarraya, indem sie eine Länge von fast einer Meile besitzt. Bei Guevejar besitzt eine Spalte eine Länge von 3 Kilometer und eine Breite von 3 bis 15 Meter; sie erreicht den Berggipfel, steigt hinab, um nochmals anzusteigen und sich wieder zu senken. Niveau-Veränderungen haben die Erhöhungen einzelner Punkte und Senkungen anderer herbeigeführt und zahlreiche Quellen haben sich verändert, ihren Wasserreichtum vermehrt oder vermindert, sind verschwunden oder neu entstanden. Zwischen Alhama und Santa Cruz stiegen aus den neuen Spalten nach Schwefelwasserstoff riechende Gase auf und eine neue Schwefelquelle von  $+ 42^{\circ}$  C. entsprang.

Alle bei dem Ereignis hervorgetretenen Anzeichen deuten darauf hin, dass das Erdbeben zu den tektonischen gehörte und damit stimmen auch die an Prof. Suess mitgetheilten Ansichten des Herrn Mac Sherson überein.

Das Erdbeben äusserte seine grösste Heftigkeit in jenem Theil von Andalusien, der zwischen der Serrania de Ronda und der Sierra Nevada liegt. Während auf dem centralen Plateau die Bewegung nur im Stande war, Uhren zum Stillstand zu bringen und Glocken anschlagen zu lassen, war sie am südlichen Rande desselben schon stark genug, um erheblichen Schaden anzurichten, allgemeine Verwüstung führte sie aber in dem Raum zwischen jenen beiden Gebirgsstöcken herbei und hier wieder am meisten in jenem Theil, der an die Sierra Tejeda und Sierra Almijara angrenzt. Hier liegen die Orte, deren Zerstörung eben beschrieben ist und wo der Boden in sichtbare Wellenbewegung gerieth.

Drei Foci lassen sich hier unterscheiden, die beiden bedeutendsten zu beiden Seiten der Sierra Tejeda und Almijara, die dritte in einiger Entfernung am Fusse der Sierra Nevada.

Der Focus am Nordostabhang der S. Tejeda enthält die vollständig zerstörten Städte Alhama, Arenas, St. Cruz, der zweite erstreckt sich ziemlich parallel damit in der Provinz Malaga über Alfarnatejo, Zafarraya, Periania, Alcaein und Canillas, der dritte ist östlich vom ersten und lag in Albunuelas, Murchas u. s. w. Von diesen drei Foci aus nahm die Bewegung ungleichmässig, wie es scheint, der geologischen Beschaffenheit des Bodens entsprechend, ab.

Herr Mac Sherson macht darauf aufmerksam, dass in der Provinz Malaga, wo die dichte Bevölkerung eine möglichst genaue Beobachtung erlaubte, von Westnordwest nach Ostüdost verlaufende Zonen sich constatiren lassen, in denen eine abwechselnde Vermehrung oder Verminderung der Heftigkeit vorhanden war, also in der Verlängerung der beiden ersten Foci. Von dem Focus von Periania nahm dagegen die Zerstörung und also die Heftigkeit rasch gegen Südwest ab, so dass die Orte zwischen Colmenar und Sayalonga nur wenig gelitten haben, dagegen erweisen südlich von dieser Reihe die Zerstörungen von Casa Bermeja, Cumares, Velez, Malaga und Torrox die grösste Intensität auf dieser Zone. Dann folgt ein Minimum bei Morlinejo und Benagalbin und darauf steigert sich wieder die Bewegung in La Pizarra, Almogia u. a. O.

Darnach können die Stösse nicht von einem Centrum ausgegangen sein, sondern von Linien, die den Gebirgszügen von Tejada und Almijara parallel verlaufen und die mit der Annäherung an die Serrania de Ronda ihre Kraft verloren, so dass dieses Gebiet verschont blieb, jenseits desselben, bei Casares und Estepena, aber ein neuer schwächerer Focus erschien.

Es ergibt sich daraus nach Herrn J. Mac Sherson, dass die abwechselnden Zonen geringer Wirkung und grosser Heftigkeit mit dem geologischen Bau übereinstimmen.

Die Halbinsel ist von Nordwest gegen Südost von einer Zone grösster Gebirgsstörungen durchzogen, die sich von Galicien quer über das Hochland bis zum Guadalquivir erstreckt. Auf der mittelländischen Seite Andalusiens trifft man drei verschiedene Gebirgs-erhebungen zwischen Almeria und Gibraltar. Die westlichste ist die Serrania de Ronda, die östlichste die Sierra Nevada und dazwischen liegen die Gebirge von Malaga.

Die Serrania de Ronda besteht aus alten, von Südwest nach Nordost gegen das Meer hin eine gebrochene Serie bildenden Gesteinen, die von grossen Serpentinmassen begleitet sind und gegen Nordwest in ein Vorgebirge aus jüngeren Ablagerungen auslaufen. — Die Sierra Nevada ist ebenfalls aus alten, bis zu 3000 Meter sich erhebenden Felsarten zusammengesetzt. Ihre wichtigsten Structurlinien haben ebenfalls die Richtung von Südwest nach Nordost.

Zwischen diesen beiden Gebirgsstöcken vermindert sich die Höhe des Landes, das von Thonschiefer gebildet wird, als Unterlage der jüngeren Schichten der Provinz Malaga. Mitten in diesem Gebiete steigen, wie eine Insel, die Sierra Tejada und Almijara mit ihren älteren Felsarten auf und ihre Höhenzüge verlaufen von Nordwest nach Südost, also senkrecht auf S. de Ronda und S. Nevada. Die Unterbrechung zwischen letzteren scheint durch eine grosse Senkung entstanden zu sein und S. Tejada und Almijara deuten die Verbindung an. Dieser gesenkte Theil Andalusiens liegt aber genau in der Fortsetzung der Zone grösster Gebirgsstörung von Galicien zum Guadalquivir.

Die Bewegung am 25. December hatte nun offenbar das Bestreben der Fortpflanzung parallel mit den das Land durchschneidenden Störungslinien und die wechselnde Heftigkeit entsprach wahrscheinlich dem Verlauf der Brüche und Verwerfungen und die grösseren oder

geringeren Zerstörungen der einzelnen Orte hingen wahrscheinlich davon ab, ob sie in der Nähe jener Bruchlinie liegen.

In Folge davon wurde die Sierra Tejeda weniger betroffen, wie die Orte in einiger Entfernung von ihrem Fusse, Alhama, Periana, Arenas, Zafarraya, die auf den die Sierra umgrenzenden Bruchlinien liegen.

Die vollständige Organisation zur Beobachtung der unterirdischen Bewegungserscheinungen in Italien hat Veranlassung zu deren Vergleichung mit der spanischen Erdbebenperiode geboten. Es hat sich dabei herausgestellt, dass wirkliche Erdbeben zur Zeit der Periode von Spanien in Italien sehr selten waren. Dagegen hat sich eine lebhafte, nur durch die Instrumente festzustellende Bewegung ergeben. Obgleich es über unsere Aufgabe, über die Erdbeben zu berichten, hinaus geht, mögen die Hauptresultate hier Platz finden.

In Velletri zeigten schon seit 14. December die Instrumente eine lebhafte, bis Januar 1885 sich steigernde Bewegung an und vom 17. December bis 12. Januar wurden auf diese Weise daselbst 594 schwache mikroseismische Stösse registriert. Aehnliche Beobachtungen wiederholten sich an anderen Stationen, besonders aber in dem Raum zwischen Latium, Umbrien, den Marken und den Abruzzen, in Rocca di Papa, Perugia, Fermo, Aquila, Florenz. Dagegen trat am 24. December zwischen 4 und 9 Uhr Abends auf den Stationen der adriatischen Seite eine auffallende Beruhigung ein, nur in Velletri auf der mittelländischen Seite war die Bewegung um diese Zeit heftig; sie nahm aber am 25. December von 8 Uhr Abends an überall wieder zu.

Herr M. St. de Rossi schliesst daraus auf einen Zusammenhang zwischen diesen von den Instrumenten angezeigten Bewegungen und den Erdbeben Spaniens. Die letzteren sollen in Italien Vorläufer von geringer Stärke, aber grosser Zahl gehabt haben. Als am 28. December die Erdbeben in Spanien mit erneuter Heftigkeit auftraten, gab sich in ganz Mittel-Italien eine lebhafte Bewegung kund und am 1. und 13. Januar erfolgten in Spanien heftige Stösse und in Italien waren die Apparate (besonders am 14. in Rom) in grosser Thätigkeit. Ebenso soll die Bewegung in Spanien sowohl wie in Italien nach dem 18. Januar nachgelassen haben.

Herr de Rossi ist geneigt, in dieser mikroseismischen Bewegung nicht nur eine mechanische Fortpflanzung der Erschütterungen in

Spanien zu sehen, sondern glaubt, dass das ganze Mittelmeerbecken zu jener Zeit von einem System unterirdischer Thätigkeit ergriffen war. Wir theilen hier diese Ansichten mit, ohne uns über die grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit derselben aussprechen zu können. Doch will man auch in London und in Wilhelmshafen am 25. December an den magnetischen Registrirapparaten (einer Lloyd'schen Wage) den Einfluss des Erdbebens von Andalusien nachgewiesen haben.<sup>1)</sup>

Wenn übrigens oben das andalusische Erdbeben eines der bedeutendsten in Europa genannt wurde, so soll damit doch nicht der in der Oeffentlichkeit mehrfach hervorgetretenen Meinung beigeppflichtet werden, als wenn es in unserem Welttheil seines Gleichen nicht gehabt und höchstens von dem von Ischia erreicht worden sei. Nun war aber das Erdbeben von Ischia gar kein grosses Erdbeben, es fand nur an einem viel gekannten Ort statt und unglückliche Umstände führten einen bedeutenden Menschenverlust herbei. Wohl aber können, wenn allein das letzte Jahrzehnt berticksichtigt wird, die Erdbeben von Belluno 1873, von Agram 1880 und Chios 1881 dem andalusischen an die Seite gestellt werden. Das Erdbeben von Belluno z. B. war, wenn auch die Zahl der Getödteten nicht ganz diejenigen der Opfer von Andalusien erreichte, doch als Erdbeben bedeutender durch die Menge und Ausdehnung der Erderschütterungen sowohl, wie durch deren Stärke und Dauer. Uebrigens hatten beide grosse Aehnlichkeit, die nur dadurch etwas beeinträchtigt wird, dass das Erdbeben von Belluno sich fast ganz am Süd-Abhange der Alpen abspielte — nur wenige der stärksten Stösse pflanzten sich sehr abgeschwächt auf die Nordseite der Gebirgskette fort — während in Andalusien die nördliche und südliche Abdachung fast gleich stark litt.

Auch unter den übrigen Erdbeben dieses Jahres war eine ungewöhnlich grosse Zahl solcher, die Schaden verursachten, so die zwei Wochen anhaltenden Erderschütterungen in Kaladjik, die Erdbeben am persischen Meerbusen, denen bei Mascate und Nedje viele Dörfer zum Opfer fielen, die von Slavonien, wodurch Diakovar und zahlreiche andere Ortschaften litten, sowie die von Crevassa am 13. Mai.

Eine besondere Berücksichtigung verdient das Erdbeben im südlichen und östlichen England, weil diese Ereignisse dort selten so heftig auf einem so grossen Ranne vorzukommen pflegen. Wyvenhoe, Colchester, Alberton und Teldon erlitten die meisten Beschädigungen.

<sup>1)</sup> Meteorol. Zeitschr. II, pag. 76.

Es scheint dasselbe zu jener Classe eigenthümlicher Einsturz-Erdbeben zu gehören, die auch wiederholt in Deutschland, in den Kohlengrevieren des Niederrheins und bei Stassfurth aufgetreten sind, denn als sich die Erderschütterungen in England am 16. Juli wieder lebhaft erneuerten, liess sich feststellen, dass in den unter der Stadt Norwich sich binziehenden Salzlagern gleichzeitig Einstürze erfolgt waren.

## Nachtrag.

### Krakatoa.

Nach Untersuchung des von der holländischen Regierung beauftragten Ingenieurs Verbeek war am 20. Mai 1883 nur der kleine Gipfel der Insel, der Perboewatan, in Eruption, und er begann damit zwischen 10 und 11 Uhr morgens. Das Getöse war in Batavia zu hören und erreichte am 22. Mai 5 $\frac{1}{2}$  Uhr morgens seinen Höhepunkt, hörte aber schon in der folgenden Nacht auf. Die in der Nähe befindlichen Schiffe sahen eine dunkle, von Feuerstrahlen durchkreuzte Wolke über der Insel und wurden von Asche bedeckt. Nach dem Ende des Ausbruches, bei einem Besuch der Insel am 26. Mai, hatte der Krater etwa 1000 Meter im Durchmesser und aus einer Oeffnung nahe seinem westlichen Rande stieg unter Getöse eine mehrere tausend Meter hohe Rauchsäule auf. Die Thätigkeit dauerte, schwächer als im Mai, im Juni und Juli fort. Am 19. Juni bei gesteigerter Dampfexhalation entstand westlich von dem thätigen Krater, am Fusse des mittleren Kegels Danan, ein neuer Krater, aber ausser einem Erdstoss am 27. Mai war keine Erderschütterung in der ganzen Zeit bemerkt worden.

Am 26. August trat die grosse Eruption ein ohne erhebliche Erdbeben, aber mit so furchtbarem Getöse, dass in einer Entfernung von 150 Kilometer die knatternden Schläge noch so heftig wie in nächster Nähe abgefeuerte Kanonenschüsse waren. Der Ausbruch erfolgte an dem Danan, erreichte am 27. August 10 Uhr morgens seine grösste Heftigkeit und hörte am 28. etwa 6 Uhr morgens auf. Die stärksten Eruptionen scheinen am 27. 5 Uhr 35 Min., 6 Uhr 50 Min., 10 Uhr 5 und 10 Uhr 55 Min. morgens (Batavia-Zeit) stattgefunden zu haben. Die submarine Eruption begann wahrscheinlich am 27. August morgens 10 Uhr und das Einstürzen des

nördlichen Gebirgstheiles muss dieser submarinen Eruption vorhergegangen sein. Damit stimmt überein, dass Asche und Bimstein in der ganzen Zeit, Schlamm aber erst am 27. morgens 10 Uhr ausgeworfen wurden. Der Aschenregen verbreitete sich über das südliche Sumatra, Benkulen, die Lampongs, Palembang und Benakalis; über die Sundastrasse, Bantam, Batavia, den westlichen Theil von Préanger und von Karawang. Nach dem 28. kamen nur noch einzelne kleine Ausbrüche vor, der letzte wahrscheinlich am 10. October um 9 Uhr 30 Min. abends. Eine Erdbebenwoge erreichte gegen 10 Uhr Tjikawaeng.

### Erdbeben.

1882.

8. Januar. Morgens 5 $\frac{1}{2}$  Uhr ziemlich heftiges Erdbeben in Martinsbruck (Engadin) und Umgebung von Nordost nach Südwest.

25. Januar. Bei dem im Bericht enthaltenen Erdbeben von Zweisimmen wurde schon 5 Uhr morgens ein leichtes Erzittern des Bodens in Thun beobachtet.

1. Februar. Nähere Nachrichten über das im Bericht enthaltene Erdbeben im Unterengadin stellen fest, dass schon 2 Uhr 15 Min. morgens in Zernetz ein von Nordwest nach Südost gehender Stoss sich bemerkbar machte. Der Hauptstoss um 3 Uhr 45 Min. wurde besonders im Innthal in Scanfs, Zernetz, Lavin, Ardetz, Schuls, Strado, Martinsbruck und bis Compatsch, Serneus, Davos und Chur gespürt. In Ardetz war die Stärke 5–6° und es folgten sich drei Stösse. Um 4 Uhr 55 Min. morgens wurde von einigen Personen in Zernetz und Rumatsch noch ein schwacher Stoss bemerkt.

8. Februar. Abends 9 Uhr 40 Min. in Poitiers ein Erdstoss von Nord nach Süd.

17. April. Das Erdbeben von Eclépens morgens 2 Uhr wurde nach Berichten der schweizer. Erdbeben-Commission auch in La Sarraz, Aubonne und Morges gespürt.

17. April. Abends 5 $\frac{1}{2}$  Uhr ziemlich heftiger Erdstoss in Levis, Vorarlberg.

20. April. Das an diesem Tage angegebene Erdbeben wurde in zwei Stössen zu Allevard (Dép. Isère) morgens 5 Uhr 26 Min. beobachtet und in Modane.



23. Mai. Morgens 2 Uhr 30 Min. bis 2 Uhr 33 Min. schwacher Erdstoss in Genf, der sich 3 Uhr 17 Min. morgens wiederholte.

12. Juli. Morgens zwischen 1 und 2 Uhr schwache Erder-schütterung auf dem Gurnigl (Bern).

17. Juli. Das bedeutende, im Bericht mitgetheilte Erdbeben von Krain hatte ein Vorbeben um 4 Uhr 30 Min. morgens. Dasselbe wurde nicht nur in Laibach, sondern auch in Villach, Arriach, Inner-teuchen, Tarvis (4 Uhr 39 Min.) und Raibl in Kärnten gespürt, ferner in Assling, Krainburg ( $4\frac{1}{2}$  und  $6\frac{1}{2}$  Uhr), Weineltburg, Eisenkappel (5 Uhr 47 Min.), Gemünd ( $3\frac{1}{2}$  Uhr), Hermagor (2 Uhr). Durch die genaue Ermittlung von Herrn Dr. Canaval wird es wahrscheinlich gemacht, dass das grosse Erdbeben in Kärnten und Krain gleichzeitig eintrat, woraus derselbe, wohl mit Recht, auf ein tektonisches Erdbeben (im Bericht war die Vermuthung eines Einsturzes im Karst-gebiet ausgesprochen) schliesst, besonders da die Bewegung einzelne Orte wie Ossiach, Treffen und Feldkirchen, übersprang und in Inner-teuchen mit erneuerter Heftigkeit auftrat. (Jahrb. des nat. Landes-museums von Kärnten, XVII. Bd., 1885.) Die Ereignisse scheinen auf die früher angegebene, bei Moosburg vorüberführende Stosslinie hinzuweisen. Ebenso scheint Höfer's Gitschthallinie und von der Möllthallinie der südlich von Villach gelegene Theil activ gewesen zu sein. Ueberhaupt deuten die gesammelten Daten auf Bewegungen von Südwest nach Nordost hin, die in diesen Gegenden, bis Triest hin, schon bei früheren Erdbeben sich bemerklich machten.

24. Juli. Abends 10 Uhr 20 Min. heftiger, von zwei dumpfen Detonationen begleiteter Erdstoss in Gruben (Wallis).

15. August. Abends 10 Uhr Erdstoss ( $3^{\circ}$ ) in S. Benedetto del Tronto.

16. August. Morgens 3 Uhr 19 Min. Erdbeben an der adria-tischen Küste, in S. Benedetto del Tronto und Grottamare ( $3^{\circ}$ ) von Süden mit Getöse, in Fermo vorher Getöse, dann Stoss ( $6^{\circ}$ ), in Ripatransone dreimal in kurzen Zwischenräumen, ferner in Cupra-marittima 10—12 Secunden lang ( $8^{\circ}$ ), M. Brandone ( $7^{\circ}$ ), Ascoli, Aquaviva, Colonnella, Pedaso, Terano ( $6^{\circ}$ ) u. s. w.

21. August. Nachts Erdstoss in Cascia ( $6^{\circ}$ ) und Porto Reca-nati ( $3^{\circ}$ ).

22. August. Abends 9 Uhr 45 Min. Erdstoss in Norcia ( $3^{\circ}$ ) von Nordwest nach Südost und stärker ( $6^{\circ}$ ) in Cascia.

26. August. Morgens Erdstoss in Parma (3).

27. August. Abends 2 Uhr 12 Min. Erdstoss in Melfi von Südost nach Nordwest.

28. August. Morgens 3 Uhr 15 Min. Erdstoss in Porto Recanati (3) und Abends 10 Uhr noch zwei Stösse.

30. August. Nachts Erdbeben in Castel del Rio am Fluss Santerno (Provinz Ravenna).

7. September. Erdstoss in Cascia (4) von Norden.

9. September. Morgens 3 Uhr 45 Min. in Urbino Erderschütterung (4) und sehr schwach in Bologna.

12. September. Morgens 3 Uhr 35 Min. zwei Stösse (6) in Padua.

12. September. Morgens 5 Uhr 25 Min. Erdbeben in Urbino.

13. September. Morgens 12 Uhr 40 Min. Erdbeben in Plombières, Moineaux, Ruault (8) (Dép. des Vosges).

14. September. Abermals Erdbeben (6) in den Vogesen zu Motte, Roupt, Veroux.

14. September. Erdbeben in Bologna, Cascia (6) etc.

15. September. Abends 3 Uhr 13 Min. Erdbeben in Rovereto (3).

17. September. Heftige Erderschütterung im Venetianischen in Castelletto die Brenzone (3).

18. September. Erdbeben am Monte Baldo und am Ufer des Gardasees (8), Casone (9), Verona (6).

20. September. Erdstoss zu Porto Recanati (7) morgens 12 Uhr 45 Min.

21. September. Morgens 2 Uhr 45 Min. Stoss in Siena (3) und einer Abends 10 Uhr 32 Min. (5).

22. September. Morgens 4 Uhr 35 Min. Erdstoss (3) in Siena und in der folgenden Nacht einer in Parma.

24. September. Abends 12 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) in Pistoia.

25. September. Leichter Erdstoss in Neapel.

27. September. Erdstoss in Cascia.

28. September. Mehrere Stösse in Bologna, Parma, Cascia bis zum 30.

8. October. Morgens 8 und 9 Uhr 25 Min. Erdstösse (3) in Monte Cassino.

9. October. Abends 5 Uhr 45 Min. Erdstoss (4) in Monte Cassino.

10. October. Abends 4 Uhr 30 Min. Erdstoss (2) in Siena.

12. October. Morgens 2 Uhr empfand man eine Erderschütterung an verschiedenen am savoyischen Ufer des Genfersees gelegenen Orten, in Thonon, Anthy, Sciez, Massongy, Douvaine von Ost nach West.

12. October. Morgens 9 Uhr 37 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

13. October. Die Schweizer Erdbeben-Commission erwähnt nicht den in meinem Bericht enthaltenen Erdstoss morgens 2 Uhr am Genfersee, der wahrscheinlich nicht stattgefunden hat, sondern mit dem vom 12. identisch ist. Dagegen traten abends 9 Uhr 45 und 50 Min. zwei Stösse in Genf ein.

21. October. Abends 5 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) in Cantalupo nel Sunio, stärker (6) um 5 Uhr 45 Min. 1—2 Secunden lang mit Getöse, ferner in Macchia gadena und Roccamandolfi.

23. October. Morgens 8 Uhr 10 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

24. October. Zahlreiche Erderschütterungen in Cascia von 4 Uhr 15 Min. morgens bis 9 Uhr 15 Min. abends.

26. October. In Cascia wieder zahlreiche Erschütterungen von 8 Uhr 15 Min. morgens bis 11 Uhr 45 Min. abends und drei heftige Stösse um 8 Uhr 30, 11 Uhr 15 Min. morgens und 11 Uhr 45 Min. abends.

27. October. Zahlreiche Erschütterungen in Oderzo.

28. October. Zahlreiche Erschütterungen in Cascia morgens 12 Uhr 15 Min. und ein starker Stoss (6) um 12 Uhr 30 Min.

29. October. Zahlreiche Erschütterungen in Cascia von 1 Uhr 15 Min. morgens bis 10 Uhr abends.

30. October. Zahlreiche Erschütterungen in Cascia von 5 Uhr morgens bis 9 Uhr 30 Min. abends.

31. October. Schwache Stösse in Cascia morgens 10 Uhr und 10 Uhr 30 Min.

1. November. Mehrere Erschütterungen in Cascia von 1 Uhr 15 Min. morgens bis 12 Uhr abends.

5. November. Mehrere Erschütterungen in Cascia von 12 Uhr 15 Min. morgens bis 11 Uhr 15 Min. abends.

6. bis 12. November. In Cascia in diesen Tagen 90 Erderschütterungen.

14. November. Morgens 3 Uhr Erdstoss (6) am Stromboli von Norden.

18. November. Erdstoss (7) und heftige Eruption am Stromboli und schwächer abends 9 Uhr 25 Min.

20. November. Erdstoss (7) und Eruption am Stromboli.

22. November. Abends 7 Uhr 30 Min. Erdbeben am Kleinen St. Bernhard.

24. November. Abends 11 Uhr 15 Min. Erdstoss (6) in Cascia, schwächere Stösse seit 14. und bis Schluss des Monats viele.

29. November. Abends 5 Uhr Erdstoss mit Eruption am Stromboli.

29. November. Abends 5 Uhr 15 Min. Stoss (7) in Cascia mit Getöse.

30. November. Nachts zwei Stösse (7) in Huercal-Overa (Spanien).

1. December. Morgens 9 Uhr Erdstoss (3) in Cascia.

2. December. Morgens 1 Uhr Erdstoss (3) in Cascia.

3. December. Morgens 1 Uhr Erdstoss in Cantalupo und Umgebung (6), Roccamandolfi (5) vorher Getöse, gegen 3 Uhr in Cascia (5) und Abends 4 Uhr 30 Min. in Isernia (4) und 8 Uhr 5 Min. in Roccamandolfi.

3. December. In Huercal-Overa (Almeria) fünf Stösse in 2 Stunden.

5. December. Morgens zwischen 8 und 9 Uhr eine auf dem Martinsthurm in Chur beobachtete Erderschütterung.

10. December. Das Erdbeben in Untersavoyen, St. Michel, St. Jean de Maurienne, Alleverd, Chambéry, Grenoble, Modane, Lyon ward nicht um 5 Uhr 20 Min. abends, sondern in Genf 5 Uhr 43 Min. gespürt und wurde an diesem Ort gegen 6 Uhr noch von einem Stoss gefolgt und von einem zweiten um 11 Uhr 55 Min. Die Stösse am 11. December 12 Uhr 2 Min. und 9 Uhr 52 Min. sind nicht bestätigt.

11. December. Morgens zwischen 3 und 4 Uhr ziemlich starke Erderschütterung in Uriage (Isère).

11. December. Abends 8 Uhr 20 Min. Erdstoss (3) in Archena (Murcia).

13. December. Abends 12 Uhr ein starker Stoss (6) in Cascia, wo schwache Erschütterungen die ganze Zeit andauerten.

14. December. Abends 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub>—3 Uhr ziemlich heftiger Stoss in St. Nikolaus (Wallis) von West nach Ost.

15. December. Morgens 6 Uhr 10 Min. schwache Erschütterung in St. Nikolaus.

16. December. Morgens 2 Uhr 50 Min. und abends 6 Uhr schwache Erschütterungen in St. Nikolaus.

16. December. Gegen 8 Uhr abends schwacher Stoss in Alleverd.

18. December. Das Erdbeben von St. Nikolaus breitete sich auch über Grächen, Randa, Zermatt und Evolène aus.

19. December. Abends 9 Uhr 15 Min. Erdstoss (5) in Valdieri, Andomno und Roaschia.

25. December. Morgens 1 Uhr Erdstoss (3) am Stromboli.

30. December. Morgens 12 Uhr Erdstoss (3) in Pinerolo von 2 Sec. und 12 Uhr 8 Min. in Sampeyre, 12 Uhr 15 Min. am Mont Cenis von NO. nach SW.

31. December. Morgens 6 Uhr leichter Erdstoss in Genf.

### 1883.

1. Januar. Morgens 12 Uhr 6 Min. Erdstoss (4) in Susa von S. nach N.

1. Januar. Morgens 3 Uhr Erdstoss (6) in Cascia, abends 10 Uhr 45 Min. nochmals.

2. Januar. Morgens zwischen 4 und 5 Uhr heftiger Erdstoss in Twann (Bieler See) von W. nach O.

3. Januar. Morgens 11 Uhr 20 Min. Erdstoss (3) in Florenz.

4. Januar. Abends 10 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) in Siena; in Cascia zahlreiche Erderschütterungen.

6. Januar. Abends 2 Uhr 30 Min. Erdstoss (6) in Cascia.

8. Januar. Morgens 3 Uhr 44 Min. ziemlich starker Stoss im Canton Neuchâtel (besonders in Vignes-St. Blaise, Château de Montmirail, Préfargier, Neuchâtel).

8. Januar. Morgens 4 Uhr 40 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

8. Januar. Das gemeldete Erdbeben in Martinsbruck abends 5 Uhr 30 Min. war auch in Strada, Selamischott, Schleims von NO. nach SW. nachweisbar.

9. Januar. Zweiter Erdstoss in Neuchâtel, Vignes-St. Blaise, Château de Montmirail, Préfargier mit rollendem Getöse, am ersteren Orte morgens 5 Uhr 59 Min., an letzterem schon 3 Uhr 59 Min. schwach.

11. Januar. Abends 4 Uhr 30 Min. Erdstoss in Terranova di Pollino und Constantino Albanese.

11. Januar. Abends 10 Uhr 55 Min. schwacher Stoss in Préfargier und um 10 Uhr 57 Min. ein zweiter.

13. Januar. Abends 6 Uhr Erdstoss (3) in Ozzano und Poggolino, Abends 12 Uhr einer (5) in Terranova, Constantino und St. Paolo Albanese.

14. Januar. Morgens 7 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) in Spoleto.

15. Januar. Abends 8 Uhr 35 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

16. Januar. Morgens 7 Uhr 52 Min. dumpfe Detonation und Erderschütterung in Vignes-St. Blaise von O. nach W.

17. Januar. Morgens 4 Uhr 32 Min. Erdstoss (6) in Cascia.

24. Januar. Das Erdbeben im Schwarzwald wurde auch in Basel beobachtet, und zwar morgens 3 Uhr 30 Min. von N. nach S. und etwas stärker 5 Uhr 18 Min. morgens.

25. Januar. Morgens 5 Uhr Erdstoss (3) in Noto.

29. Januar. Abends 7 Uhr 35 Min. Erdstoss (6) in Cascia. Schwache Erderschütterungen kamen dort in diesem Monat täglich mehrere vor und dauerten bis in den Sommer an.

7. Februar. Abends 6 Uhr 23 Min. verticaler Stoss in Neuchâtel.

9. Februar. Abends 9 Uhr 57 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

17. Februar. Morgens 3 Uhr 17 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

28. Februar. Abends 11 Uhr 45 Min. bis 11 Uhr 50 Min. mehrere ganz locale Erschütterungen zwischen Burgdorf und Lechbach (Schweiz).

4. März. Morgens 10 Uhr 33 Min. Erdbeben in Roveredo. — (K. k. meteorol. Central-Anstalt.)

6. März. Morgens 12 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) auf Lipari.

6. März. Abends 12 Uhr 37 Min. eine nur von einer Familie beobachtete Erderschütterung in Krauchthal (Bern).

7. März. Abends 9 Uhr 14 Min. das am 12. im Bericht angegebene Erdbeben. Einzelne Stöße sind aufzuzählen: Paesana von S. nach N. 3 Sec. lang, Mondovi, Valdieri, Garzigliana, Perrero, Dronero vorher Getöse; um 9 Uhr 20 Min. in Barge, St. Margherita, Sampeyre, Savigliano, um 9 Uhr 20 Min. in Pinerolo mit Getöse, Saluzzo, Verzuolo, um 9 Uhr 30 Min. in Villanovetta, Cavour, Fassano.

8. März. Abends 3 Uhr Erdstoss (6) in St. Denis.

9. März. Gegen 11 $\frac{1}{2}$  Uhr abends Erdstoss in Castelletto Ticino.

10. März. Morgens 1 Uhr Erdstoss in Castelletto Ticino.

10. März. Abends 5 Uhr 44 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

11. März. Morgens 3 Uhr 30 Min. Erdstoss in Monte Cassino.

15. März. Abends 4 Uhr 14 Min. Erdstoss (8) in Monte Cassino.

16. März. Abends Erdstoss (8) in Palazuolo.

20. März. Zum Beginn der Aetna-Eruption sind noch folgende Erdstöße nachzutragen: Morgens 3 Uhr 30 Min. Nicolosi, 4 Uhr 19 Min. Acireale, 4 Uhr 20 Min. Riposto, 5 Uhr 52 Min. heftig (8) Acireale, Nicolosi, Catania, Giarre, Riposto, Linguaglossa, Randazzo, Paternò etc., 5 Uhr 55 Min. Riposto, 6 Uhr Catania und noch mehrere.

21. März. Weitere Erdstöße am Aetna: Morgens 1 Uhr 49 Min. in Riposto, Acireale, Biancavilla, 2 Uhr 5 Min., 2 Uhr 54 Min., 3 Uhr 14 Min. in Giarre, 4 Uhr 5 Min. in Randazzo, 4 Uhr 50 Min. in Acireale und noch zahlreiche.

22. März. Weitere Erdstöße am Aetna: Morgens 2 Uhr 14 Min. in Giarre, Acireale, 7 Uhr 25 Min. in Riposto und viele schwache.

23. März. Morgens 1 Uhr 30 Min. Stoss in Belpasso, Nicolosi, 2 Uhr 5 Min. in Catania, 3 Uhr 15 Min. in Paternò, 5 Uhr 38 Min. in Riposto und abends 7 Uhr 30 Min. in Bronte.

24. März. Weitere Stöße am Aetna: Morgens 12 Uhr 20 Min. in Catania, Biancavilla, Nicolosi, um 8 Uhr in Nicolosi, um 11 Uhr 50 Min. in Aderno und abends 2 Uhr, 2 Uhr 30 Min. und 7 Uhr in Nicolosi.

25. März. Erdstöße abends 1 Uhr 19 Min. in Acireale, 2 Uhr in Giarre, 2 Uhr 30 Min. und 2 Uhr 53 Min. in Acireale, 4 Uhr

5 Min. in Giarre, 6 Uhr 44 Min. in Acireale, 8 Uhr 42 Min. in Bronte, 9 Uhr 20 Min. in Riposto.

26. März. Erdstöße nachts in Riposto zwei, morgens 2 Uhr 22 Min. in Riposto, 8 Uhr 20 Min. und 8 Uhr 54 Min. in Biancavilla, Paternò, 9 Uhr 35 Min. in Catania, Acireale und Riposto, abends 10 Uhr 28 Min. in Nicolosi heftig (8).

27. März. Morgens 12 Uhr 6 Min. Erdstoss in Riposto, um 12 Uhr 43 Min. und 1 Uhr 18 Min. in Biancavilla, dort auch um 7 Uhr 15 Min. morgens und 5 Uhr 30 Min. abends.

27. März. Morgens 12 Uhr 45 Min. Erdstoss (3) in Camerino.

28. März. Morgens 5 Uhr 15 Min. Erdstoss in Riposto und 11 Uhr 59 Min. in Acireale.

29. März. Nachts Erdstoss in Nicolosi, Belpasso, 3 Uhr 30 Min. morgens in Giarre, 3 Uhr 35 Min. in Riposto.

30. März. Morgens 10 Uhr 47 Min. Erdstoss in Acireale und abends 4 Uhr 6 Min.; in Riposto abends 7 Uhr 30 Min. und 9 Uhr 30 Min.

1. April. Abends 6 Uhr 41 Min. Erdstoss in Acireale.

1. April. Abends 9 Uhr 32 Min. Erdstoss in Palazzuolo (Albano).

2. April. Abends 1 Uhr 57 Min. Erdstoss in Ancona.

3. April. Morgens 4 Uhr 5 Min. Erdstoss in Biancavilla und Acireale, 4 Uhr 10 Min. in Catania, 11 Uhr 36 Min. in Riposto, Giarre, Linguaglossa, Catania, 11 Uhr 43 Min. in Giarre.

7. April. Abends 1 Uhr 37 Min. Erdstoss (3) in Giarre.

10. April. Abends 4 Uhr 55 Min. in Giarre (4) und Riposto (3) ein Erdstoss, um 9 Uhr 45 Min. und 11 Uhr 40 Min. in Paternò (4).

13. April. Morgens 7 Uhr 31 Min. Erdstoss (4) in Acireale.

14. April. Morgens 1 Uhr 46 Min. Erdstoss (3) in Camerino.

16. April. Abends 9 Uhr 15 Min. Erdstoss (6) in Giarre.

19. April. Abends 4 Uhr 55 Min. Erdstoss in Città di Castello.

25. April. Morgens 7 Uhr 45 Min. Erdstoss (5) in Monte Cassino, schwächer (3) abends 8 Uhr 7 Min.

27. April. Abends 7 Uhr 30 Min., 8 Uhr 22 Min., 11 Uhr 45 Min. Erdstöße in Nicolosi (4—6).

28. April. Die im Berichte angegebenen Erdbeben fanden statt: Morgens 2 Uhr 25 Min. in Nicolosi (9) sehr heftig, 2 Uhr



42. Min. in Acireale und 8 Uhr 41 Min., abends 4 Uhr 5 Min. Acireale, 4 Uhr 30 Min. Nicolosi.

Gegen Ende des Monates hörte man am Monte Baldo zahlreiche Detonationen in Zwischenräumen von 9–12 Minuten.

4. Mai. Morgens 1 Uhr 55 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

5. Mai. Abends 9 Uhr 46 Min. Erdstoss (6) in Monte Cassino.

6. Mai. Abends 6 Uhr 15 Min. Erdstoss (3) in Acireale.

9. Mai. Morgens 1 Uhr 45 Min. Erdstoss in Aderno, Biancavilla und Paterno, um 5 Uhr 50 Min. in Aderno und Biancavilla, um 10 Uhr und abends 9 Uhr 50 Min. in Biancavilla.

22. Mai. Morgens 7 Uhr 24 Min. Erdstoss (3) in Acireale.

25. Mai. Morgens 9 Uhr 27 Min. Erdstoss in Acireale.

31. Mai. Morgens zwischen 2 und 3 Uhr Erdstoss (3) in Firenzuolo.

2. Juni. Morgens 9 Uhr 30 Min. Erdstoss (5) in Foligno und Montefalcone.

3. Juni. Morgens 12 Uhr 36 Min. Erdstoss in Aderno, Biancavilla, Paternò, Nicolosi (6), um 1 Uhr in Nicolosi.

3. Juni. Abends 4 Uhr 15 Min. Erdbeben in Venafro, Capriati, Isernia und Umgebung, abends 5 Uhr nochmals.

4. Juni. Abends 4 Uhr 11 Min. in Magagnano Erdbeben (3) mit heftiger Detonation (Monte Baldo).

11. Juni. Morgens 1 Uhr 53 Min. Erdstoss (6) in Reggio Calabria.

12. Juni. Morgens 12 Uhr 30 Min. Erdstoss in Spaa.

12. Juni. Abends 7 Uhr 34 Min. in Aderno, Nicolosi, Randazzo, Zafferana u. a. O. Erdbeben.

15. Juni. Morgens 6 Uhr 45 Min. Erdstoss in Forlì.

16. Juni. Abends 3 Uhr 48 Min. heftiger Stoss (7) in Corleone.

17. Juni. Morgens 9 Uhr 45 Min. Stoss (6) in Nicolosi, schwach mehrere Tage.

24. Juni. Abends 5 Uhr 31 Min. Stoss (5) in Frascati.

27. Juni. Abends 5 Uhr 44 Min. Stoss (5) in Magagnano und Castelletto di Brenzone.

27. Juni. Abends 8 Uhr 7 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

28. Juni. Abends 8 Uhr 30 Min. Erdstoss (3) in Monte Cassino.

30. Juni. Abends 4 Uhr 26 Min. Erdstoss (3) in Alatri von Südost nach Nordwest.

4. Juli. Abends 2 Uhr 15 Min. Erdbeben zu St. Martin in Tirol.

29. Juli. Morgens gegen 7 Uhr soll in Payerne (Waadt) ein Erdstoss vorgekommen sein.

24. August. Morgens 7 Uhr 55 Min. ziemlich starker Stoss in Lausanne.

8. November. Abends 9 Uhr 22 Min. ein nur von einer Person beobachteter Erdstoss in Sitten.

10. November. Morgens 3 Uhr 35 Min. mit unterirdischem Geräusch zweimal schwaches Erzittern des Bodens im Schlosse zu Grandson.

7. December. Abends 6 Uhr 40 Min. schwache Erschütterung in Sitten, Nendaz und Conthey (Wallis) mit schwachem Rollen.

22. December. Gegen 4 Uhr morgens Erderschütterung in Estavayes und Getöse in Yvonand (Waadt).

25. December. Abends 11 Uhr 50 Min. Rollen und wellenförmiges Erdbeben in Martigny von Ost nach West, abends 11 Uhr 42 Min. wurden in Bex Möbel erschüttert.

## IX. Literatur.

- Barrois Ch.: Mém. s. l. granite de Rostrenen (Côtes d. Nord) ses apophyses et ses contacts. — Ann. d. l. Soc. géol. d. Nord. 1884.
- Busz C.: Ueber d. Baryt v. Mittelagger. M. 1 Taf. — Zeitschr. f. Kryst. X. 1. 1885.
- Diener C.: Ueber d. Lias d. Rofangruppe. — Jahrb. d. k. k. geol. B.-A. 35. B. I. H. 1885.
- Evans J. T.: The chemical properties and relations of Colemanite. — Bull. of the California Acad. of Sc. 1885. Nr. 2.
- Exner S.: Ein Mikro-Refractometer. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 25.
- Handwörterbuch f. Mineralogie, Geol. u. Paläont. VIII. u. IX. Lief. — Encyklopädie d. Naturwiss. (II. Abth. 26. u. 28. Lief.)
- Heim A.: Handbuch d. Gletscherkunde. M. 2 Taf. u. 1 Karte. Stuttgart, Engelhorn, 1885.
- Jackson Wendell A.: On the morphologie of Colemanite. W. 4 pl. — Bull. of the California Acad. of Sc. 1885. Nr. 2.
- Jannasch P.: Z. Kenntn. d. Zusammensetz. d. Vesuvians — N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. I. Bd.
- Derselbe: Ueber. d. Löslichkeit d. Labradors v. d. St. Paulsinsel in Salzsäure. — Ebenda. Bd. II.
- Derselbe: Analyse d. Foyaits v. d. Serra de Monchique (Cerro da Posada) in Portugal, Ebenda.
- Derselbe: Ueber d. Bestim. d. a. Mineral. durch Trockenmittel abscheidbaren Wassers, spec. b. Heulandit und Epistilbit. Ebenda.
- Derselbe: Ueber d. Wassergeh. d. Klinochlors v. d. Mussa-Alpe. Ebenda. 1885. Bd. I.
- Irving R. D.: Divisibility of the Archæan to the Northwest. — Amer. Journ. of Sc., XXIX. 1885. Art. XXXIII.
- Knop A.: Ueber d. Angite d. Kaiserstuhlgeb. im Breisgau (Grossherz. Baden). — Zeitschr. f. Kryst. X. 1. 1885.
- Koch A.: Umgebungen von Kolosvár (Klausenburg). Blatt: Zone 18, Col. XXIX. Erläuter. z. geol. Specialkarte d. Länder d. ungarischen Krone. 1885.
- Liebisch Th.: Neuere Apparate z. Messen d. Winkels d. opt. Achsen. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. Bd. I.
- Minnigerode B.: Unters. ü. d. Symmetrieverhältnisse u. d. Elasticität d. Kryst. Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. etc. Göttingen. 1884. Nr. 12.
- Mügge O.: Unters. d. v. Dr. G. A. Fischer gesammelten Gesteine des Massai-Landes. (Ber. ü. d. im Auftrage d. geogr. Ges. in Hamburg unternommene Fischersche Reise in d. Massai-Land. III. Wissenschaftliche Sammlungen.) — Mitth. d. geogr. Ges. in Hamburg 1882/83.
- Oebbeke M. K.: Sur quelques minéraux du Roches du Capucin et du Riveau-Grand (Mont-Dore). — Bull. d. l. soc. minér. d. France. 1885.

## X. Ueber einen eigenthümlichen Einschluss im Granitporphyr von Beucha.

Von **K. von Chrustschoff.**

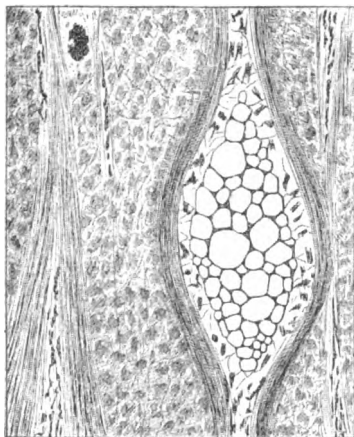
(Mit 3 Zinkographien.)

Im Beuchaer Zirkongranitporphyr kommen nicht selten unter vielen grauwackenartigen, schwarze, cornubianitähnliche Einschlüsse mit linsenförmigen Flasern körnigen Quarzes vor. Abgesehen von mehreren sehr interessanten contactmetamorphischen Bildungen, zeigen besonders die Quarzflasern eine Reihe von Erscheinungen, die für genetische Petrographie von höchster Wichtigkeit sind. Vor Allem fällt die merkwürdige Analogie derselben mit den Einschlüssen der recenten Basalte auf. Dieselben charakteristischen Neubildungen, wie Spinell, Feldspath und sogar Lehmann's pyrogener Quarz, sind hier wie dort ausgeschieden. Es wird daher nicht unerwünscht sein, wenn ich die Mikrostructurverhältnisse eines derartigen Einschlusses näher beschreibe.

Mein Handstück stammt von einem kopfgrossen Stück eines sehr dichten, dunkelgrauen, schwarz gefleckten und cornubianitähnlichen Gestein mit rauchgrauen körnigen Quarzlin sen. Parallel der Schichtung durchziehen dasselbe einige helle millimeterdicke Quarzschnüre. Die schwarzen Flecke erscheinen ganz dicht, beinahe pechähnlich, mit wachsartigem Bruch. Ein 5 □ cm grosser, durch eine solche linsenförmige Quarzmasse gelegter Dünnschliff zeigt makroskopisch folgende Structurverhältnisse: die länglich ovale Quarzlinse besteht aus mehr rundlichen als eckigen, wasserhellen Quarzkörnern

von sehr verschiedener Grösse; um diese herum und sich allmählig im Gesteine auskeilend folgt eine 2—3 mm dicke Lage eines sanidinartigen orthoklastischen Feldspathes mit grünen und braunen Glimmerblättchen; hierauf kommen mehrere feine, sich dem Ganzen anpassende grünliche Bänder und dann das eigentliche graugrüne, grüngefleckte Gestein, das im Ganzen ebenfalls eine Art schichtenweise Anordnung verräth (Fig. 1).

Fig. 1.



Die wasserklaren Quarze der Flaser zeigen unter dem Mikroskope nur sehr wenige Risse und sind durchweg einheitliche Individuen; mitten darin liegen vereinzelte Körner mit unzähligen gasigen und fluidalen Poren, während die anderen nur secundäre Glaseinschlüsse und Glimmermikrolithe führen. Kein anderes Vorkommen eignet sich so sehr zum Studium secundärer Glasporen wie gerade dieses. Nebst ungewöhnlich grossen, schon fertig ausgebildeten, sind hier alle Ueber-

gänge von Glimmermikrolithen zu Glaseinschlüssen zu verfolgen. Das Glimmertäfelchen bekommt zuerst seitlich einen Hohlraum; sodann verschmelzen Glimmer und Quarz und der Rest des Blättchens ist seitlich oder ganz von Glas umgeben, bis schliesslich von demselben nichts mehr übrig bleibt. Ausser allen möglichen Combinationen von Glas und Glimmer sind besonders interessant diejenigen Einschlüsse, die genau die Form des Glimmers, d. h. ein flaches sechsseitiges Täfelchen nachahmen. Zwischen den einzelnen Körnern befinden sich theils Infiltrationen, theils dünne Schnüre einer grünlichen, bisweilen kaum merklich aggregatpolarisirenden Substanz, die entweder feingekörnelt oder faserig aussieht. Wo mehr Raum vorhanden war, steckt fleckenweise eine grünliche schwach polarisirende, viriditartige Masse.

Die Quarzknauer ist von einer Neubildungszone pegmatitischen Orthoklases umgeben; das Schmelzproduct in der Nähe des Quarzes krystallisirte also in Form von mikropegmatitischen, sanidinartigen

Feldspathen mit Pyroxen, Glimmer, Spinell und Magnetit. Die schönen wasserhellen Orthoklase zeigen bisweilen eine deutliche Krystallform; kleinere in Biotit eingewachsene Individuen sind um und um tafelförmig ( $10\bar{1} \cdot 110$ ) ausgebildet. Die völlig klare (stellenweise) pegmatitisch mit Quarz durchwachsene Orthoklassubstanz dringt gleichsam in die Interstitien zwischen den einzelnen Quarzkörnern hinein. Gewöhnlich ist nur der Kern der Feldspathe mikropegmatitisch ausgebildet, während der äussere Theil manchmal im polarisirten Lichte eine sehr schöne Zonarstructur verräth. Von einer regelmässigen Spaltung ist nichts zu sehen; die krummen groben Risse scheinen einer orthopinakoidalen Absonderung wie beim Sanidin zu entsprechen. Merkwürdig ist, dass hier niemals irgend welche Zwillingungsverwachsungen beobachtet wurden.

Die offenbar pyrogenen Quarze im Orthoklas führen recht häufig die deutlichsten Glaseinschlüsse, welche als primär zu betrachten sind, da der Orthoklas und mit ihm der Quarz in diesem Falle erst durch Einwirkung des feuerflüssigen Granitmagmas auskrystallisirt sind. Der Orthoklas führt dagegen auffallender Weise keine Glasporonen und ist überhaupt sehr arm an Interpositionen; es finden sich darin vereinzelte Pyroxenpseudomorphosen, Titaneisenkörner, Glimmermikrolithe und sehr schöne Zirkonkryställchen ( $100 \cdot 111$ ). Der äusserst pleochroitische, gelbbraune Biotit findet sich in grösseren, zum Theil in ein viriditartiges Zersetzungsproduct umgewandelten Individuen und in rundlichen Blättchen, gewöhnlich im Orthoklas eingeschlossen. Die Interstitien zwischen den Feldspathen sind mit einer körnigen oder feinfaserigen, stellenweise sphärolithisch-strahligen, grünen Materie ausgefüllt, die bisweilen äusserst lebhaft als Faserbündelaggregat in violetten und indigblauen Tönen polarisirt. In eine ähnliche, jedoch schwächer polarisirende grüne Substanz sind auch die Pyroxene umgewandelt; sie haben aber noch scharf und deutlich ihre Krystallform conservirt: lang leistenförmige, sechsseitige und octogonale Durchschnitte; im gewöhnlichen Lichte betrachtet, erscheinen sie völlig homogen und erst im polarisirten kann man an der körnigen Aggregatpolarisation erkennen, dass es Pseudomorphosen sind.

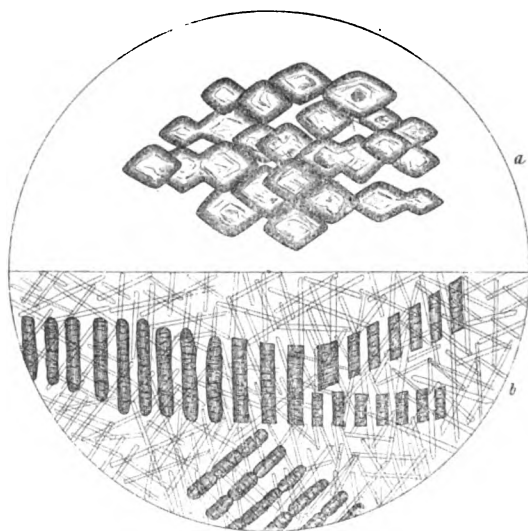
Von opaken Erzen sind hier zu beobachten: quadratische und rundliche Magnetite, schief rhombische und stabförmige opake Kryställchen von Titaneisen, welches hie und da in Titanit und Rutil

umgewandelt ist. Schliesslich wären in der pegmatitischen Zone noch vereinzelte metallglänzende Rutilnadelchen und Zirkonkörner zu erwähnen, welche gewöhnlich im Biotit sitzen und mit dunklen Höfen umgeben sind.

Auf diese pegmatitische Orthoklaszone folgt das eigentliche Gestein, das wesentlich aus Chlorit, Spinell, Quarz und einem farblosen, wahrscheinlich monoklinen Minerale besteht.

Der Chlorit bildet meistens rundliche, lappige, zuweilen feinfaserige Blätter und Schuppen; im polarisirten Licht verhält er sich

Fig. 2.



wie gewöhnlich. Von Interpositionen umschliesst er lebhaft doppelbrechende, rundliche, farblose Körner, Zirkone, mit dunkelgrauen Höfen umgeben, Blättchen eines schwach gelblich gefärbten Minerals, grüne zierliche Spinelloctaëderchen, Magnetit und schwarze Säulchen, wahrscheinlich von Titaneisen.

Die eckigen Quarze sammeln sich gern zu Gruppen; sie enthalten wenig Einschlüsse; rundliche Körner eines stark lichtbrechenden Minerals und kleine unzweifelhafte Glasporen.

Dunkelgrüne (in dickeren Individuen opake), octaëdrische Körper und Körnergruppen sind ziemlich regelmässig durch das ganze Gestein

zerstreut. Die grösseren, oft wie zerfressen oder skelettartig aussehenden Körner sammeln sich zu Schwärmen und bedingen dadurch das schwarzgefleckte, cornubianitartige Aussehen des Gesteins. Die chemische Untersuchung dieses isolirten dunkelgrünen Minerals ergab wesentlich Thonerde, Eisenoxyd und etwas Magnesia, es ist demnach also Pleonast. Seine Farbe ist eine saftig dunkelgrüne, in dickeren Lagen völlig opake. Die kleineren Individuen sind äusserst scharfe Octaëderchen und sehr oft Zwillinge.

Der Spinell ist übrigens in allen Beuchaer dunkel gefärbten Einschlüssen von gneissartigem Habitus in Menge vorhanden; daneben kommt aber auch noch eine andere Spinellvarietät vor. Ein Faserkieseleinschluss (etwa 5 cm gross) enthält die schönsten, zu Gruppen regelmässig verwachsenen Octaëder (Fig. 2 a) eines ganz blassgrünen, auch in dickeren Individuen lichtmeergrünen Spinells.

Der Sillimanit besteht aus einem weissen dichten Filz von Nadelchen, worin höchst eigenthümlicher Weise ein anderes beinahe farbloses Mineral krystallographisch regelmässig eingewachsen ist (Fig. 2 b). Es sind das farblose, wie zerfressen aussehende, quersergliederte Säulchen, die in der verfilzten Sillimanitgrundmasse auf lange Strecken hin in parallelen, sich oft gabelnden Reihen angeordnet sind. Dieses Mineral besitzt eine gerade Auslöschung und enthält eine Menge leerer oder vielleicht mit Flüssigkeit erfüllter Poren, weil dieselben nicht so dunkel umrandet erscheinen wie gewöhnlich die gasigen Interpositionen.

Während die anderen dunklen Einschlüsse stets farblose bis lichtgrünliche Nadelchen und Faserbüschel von Sillimanit oft recht reichlich führen, ist derselbe in dem vorliegenden Gestein nur in vereinzelter, sehr seltenen Säulchen vorhanden. Seine Rolle übernimmt hier offenbar ein anderes farbloses (manchmal mit einem Stich ins Grünliche) Contactmineral, das zu bestimmen mir bisher noch nicht gelungen ist.

Im Längsschnitt gesehen, besteht dasselbe aus langen, unregelmässig prismatischen, oft sogar keuligen Stängeln, die aneinandergelagert sind. Im Querschnitt ist dieses Mineral von groben, aber scharfen, rechtwinkelig aufeinander stehenden Rissen durchzogen, so dass es in viele, verschieden grosse, quadratische Felder zerfällt; die kleineren, wahrscheinlich einzelnen isolirten Säulchen angehörenden



Durchschnitte, die um die Hauptmasse herum gleich orientirt liegen, haben abgerundete Ecken und sehen zuweilen wie Körner aus. Die Contouren des ganzen sind nach aussen überhaupt abgerundet, lappig, wie corrodirt. Die Balken und Stängel zeigen im polarisirten Lichte eine Art zackige (zwillingsartige)-Verwachsung und entweder eine der Längsrichtung parallele oder eine um etwa  $15^\circ$  im Maximum davon abweichende Auslöschung. Die quadratischen Felder jedoch scheinen stets wie die Diagonalen auszulöschen. Die Interferenzfarben sind in dünnen Schliffen recht schwach: dunkelgrau bis hellgrau; in dickeren wenig stärker. Die Doppelbrechung ist dagegen stark, das Relief erscheint daher sehr markant. An Interpositionen ist diese Substanz sehr reich; vor Allem fallen die sehr häufigen, recht deutlichen Glaseinschlüsse auf; ferner sind leere Poren, Magnetit, Biotit-hexagone, Spinelloctaëderchen und schliesslich äusserst zierliche Rhomben eines farblosen Minerals, mit sehr starkem Lichtbrechungsvermögen, zu beobachten.

Der Biotit kommt meistens in äusserst zierlichen, winzigen hexagonalen Täfelchen in allen Gemengtheilen eingebettet vor; nur an gewissen Stellen im Gestein finden sich Anhäufungen von grösseren, rundlichen oder lappigen braunen Glimmerblättern.

Das Titaneisen zeigt entweder leistenförmige opake Durchschnitte oder sporadisch unregelmässige, grössere Klumpen, an denen hier und da eine beginnende Umwandlung in Rutil und Titanit beobachtet wurde.

Unregelmässig klumpige, farblose, äusserst stark lichtbrechende und daher breit dunkelumrandete Partien gehören einem ebenfalls noch nicht näher bestimmbaren Minerale an. Sie besitzen gar keine Anhaltspunkte, an denen man ihre optische Orientirung feststellen könnte; die Polarisationsfarben sind ziemlich stark.

Magnetit ist überall zu finden, theils in Körnerform, theils in grösseren quadratischen Individuen.

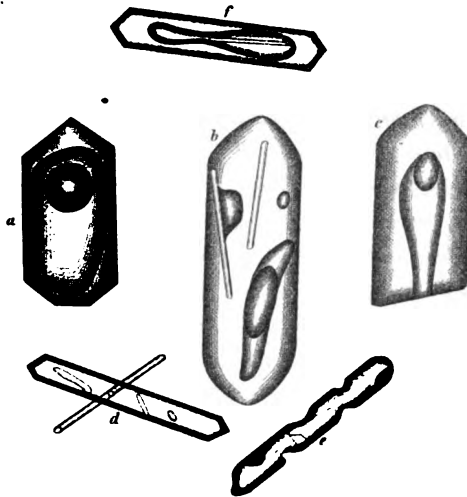
Der Zirkon sitzt meistens in den Chloritschuppen und ist von dunkleren Höfen umgeben; gewisse andere, länglich ovale farblose Körner mit starkem Lichtbrechungsvermögen und lebhaften Interferenzfarben könnten vielleicht ebenfalls hierher gerechnet werden.

**Anhang.**

Nach der Methode von Thürrach<sup>1)</sup> habe ich letzthin Zirkone aus dem normalen Granit von Striegau, aus den Graniteinschlüssen im dortigen Basalt und aus dem Contactgranit mit demselben Basalte isolirt und möchte hier auf einige interessante Eigenthümlichkeiten dieser Zirkone aufmerksam machen.

Zirkone aus dem normalen Granit. Sie haben meistens einen lang prismatischen Habitus mit der gewöhnlichen Protopyramide; die ditetragonale Pyramide tritt hier nur ganz untergeordnet auf; die Krystallkanten sind äusserst scharf ausgebildet. Die Farbe ist eine vollkommene. Wasserhelle farblose Individuen mit der bekannten Schalenstructur sind hier verhältnismässig selten. An Interpositionen

Fig. 3.



sind diese Zirkone sehr reich, vor Allem sind massenhafte, farblose Belonite, schlauchförmige Hohlräume und fluidale Poren zu erwähnen. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind zuweilen von einer ganz ungewöhnlichen Grösse (Fig. 3a<sup>2)</sup>); ein Krystall z. B. besteht aus einer nur

<sup>1)</sup> Thürrach, Ueber das Vorkommen der Zirkone und Titanminerale in Gesteinen. Inaug.-Diss. Würzburg 1884. — Diese Methode kann ich ganz besonders empfehlen; an einem Nachmittage habe ich aus vier Gesteinen Zirkon isolirt.

<sup>2)</sup> Erklärung der Fig. 3: a) Zirkon aus normalem Striegauer Granit mit einer das ganze Innere einnehmenden Flüssigkeitspore.

dünnen Mineralhülle und der Innenraum ist mit Flüssigkeit ausgefüllt, so dass ein buchstäblich hohler Krystall vorliegt. An einigen der Belonite hängen höchst eigenthümlicher Weise schlauchförmige Poren.

Zirkone aus dem Granit aus dem unmittelbaren Contact mit Basalt (Striegau). Das erste, was hier auffällt, sind die entschieden nicht mehr so scharfen Formen (Fig. 3b) der Zirkone, die sonst die gleiche Krystallform und dieselben Einschlüsse besitzen wie die im normalen Granit. Zu diesem aber kommen noch deutliche, unzweifelhafte Glaseinschlüsse. Dass es wirklich glasige Interpositionen sind, zeigt ein mitten durch eine schlauchförmige Glaspore durchbrochener Krystall, worin das Glasbläschen unverändert seinen früheren Ort einnimmt.

Zirkone aus Graniteinschlüssen im Basalt, Striegau. Diese sehen noch viel abgerundeter als die letzteren aus und sind zuweilen sogar corrodirt (Fig. 3e). Alle Contouren erscheinen daher wie angeschmolzen, oder durch ein Lösungsmittel angegriffen. Diese Thatsache ist um so auffallender, da die Einschlüsse, die zur Isolirung verwendet wurden, nur an dem unmittelbaren Contact (auf etwa 2 mm) mit dem Basalt etwas Glas zwischen den Gemengtheilen enthalten und ausserdem die Zirkone meistens in der compacten Quarzmasse oder im Feldspath sitzen. Sie zeigen dieselben Einschlüsse, wie die aus dem normalen Granit; die fluidalen Poren sind hier weniger häufig, es kommen aber ebenfalls Glaspartikel dazu, die hier offenbar secundär sein müssen (Fig. 3c). Es sind das genau analoge Schläuche mit grossen Gasblasen, wie sie in den Beuchaer Zirkonen vorkommen. Auch hier wurden entzweigebrochene Individuen mit Glaseinschlüssen beobachtet, so dass die feste Natur dieser Interpositionen constatirt werden konnte.

Breslau, März 1885.

b) Zirkon mit abgerundeten Kanten und Ecken, farblosen Beloniten (an einem derselben hängt ein Hohlraum) und secundären Glasporen aus dem Granit im unmittelbaren Contact mit Basalt, ebendaher.

c) Zirkon mit durchbrochener Glaspore aus den Graniteinschlüssen aus dem Basalt, ebendaher.

d) Zwei Zirkone durchwachsen (Zwillinge?) aus dem normalen Granit, ebendaher.

e) Corrodirter Krystall aus den Graniteinschlüssen im Basalt, ebendaher.

f) Zirkon mit Hohlraum und darin einen Mikrolith (Zirkon?) aus dem normalen Granit, ebendaher.

## XI. Ueber Wildschönauer Gabbro. <sup>1)</sup>

Von A. Cathrein.

In den Verhandlungen der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Jahrgang 41, Sitzung 4. August 1884. pag. 30—34, wurde bereits ein Auszug der citirten Arbeit <sup>1)</sup> von Herrn Professor von Lasaulx mitgetheilt, dessen Inhalt mich lebhaft interessirte, da er gerade den Gegenstand meiner mehrjährigen eingehenden Studien betraf und von deren Ergebnissen doch wesentlich abwich. Mit um so grösserer Spannung musste ich daher dem in Aussicht gestellten ausführlichen Bericht des Herrn Hatch und einer zu erwartenden Begründung der entwickelten Ansichten entgegensehen.

Nachdem aber die nunmehr erschienene Abhandlung des Herrn Hatch die nöthigen Beweise nicht gebracht hat und in derselben Vertrautheit mit älteren Beobachtungen, Localkennntnis und chemische Analyse, diese wesentlichen Postulate einer exacten petrographischen Forschung gänzlich vermisst werden, fühle ich mich verpflichtet, um der Verbreitung irrthümlicher Anschauungen über die betreffenden Gesteine vorzubeugen, hier gleich in Kürze die thatsächlichen Verhältnisse darzulegen, während die eingehendere und gründlichere Behandlung der Fragen einer bald zu publicirenden grösseren Arbeit vorbehalten bleibt.

Muss eine petrographische Untersuchung an blossen Handstücken zumal, wenn sich genetische und classificatorische Schlüsse daran knüpfen, schon an und für sich bedenklich erscheinen, so gilt dies umsomehr im vorliegenden Falle, wo, wie mich die seit acht Jahren fortgesetzten Localstudien überzeugt haben, die richtige Beurtheilung von der Vertrautheit mit dem Anstehenden so ganz und gar abhängig ist. Aus diesem Mangel jeglicher Localkennntnis erklärt sich nun aber leicht manche Confundirung und unrichtige Deduction in der Arbeit des Herrn Hatch, die nicht hätte erfolgen können, wenn der Verfasser auch nur einmal an Ort und Stelle gewesen wäre.

<sup>1)</sup> Nachtrag zur Abhandlung „Ueber den Gabbro aus der Wildschönau in Tirol und die aus ihm hervorgehenden schiefrigen Gesteine“ von Frederick H. Hatch 228 London. Diese Mittheilungen VII, pag. 75—87.

Nach der ersten Untersuchung der Wildschönau im Herbst 1876 lockten mich die merkwürdigen Gesteine dieses Hochthales alljährlich zu erneuertem Besuche. Im nächstfolgenden Jahre fand ich mit Herrn Professor Pichler auch die dioritischen Gesteine anstehend, und wurde bereits damals von Pichler die Doppelreihe der Gabbro- und Dioritgesteine aufgestellt.<sup>1)</sup> Schon ein Jahr nachher entdeckte ich einen neuen, besseren und interessanteren Aufschluss der Wildschönauer Gesteine im inneren Alpbachthale, und mein Freund und College Herr Hans Lechleitner ein drittes Vorkommen im äusseren Thale des Alpbachs.<sup>2)</sup> Diese Fundstätten boten mir Stoff zu mehreren Specialuntersuchungen, welche nicht nur den Saussurit, sondern auch den frischen Feldspath, den Diallag, das Titaneisen, den Magnetit und den sogenannten Leukoxen betrafen und im Verlaufe der letzten Jahre in der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie veröffentlicht wurden, während ein anderer Theil der Resultate noch der Publication harrt.

Die am Titaneisen auftretenden sogenannten Titanomorphitsäume, welche Herr Hatch erwähnt, bestehen aus Sphen, dasselbe gilt auch für das Umwandlungsproduct des magnetischen Erzes in den dioritischen Gesteinen, welches ich analytisch als Titaneisen erkannt habe.<sup>3)</sup>

Vom Diallag des „normalen Gabbro“ hatte ich auch die quantitative Zusammensetzung bereits ermittelt.<sup>4)</sup> Ebenso ist die chemische Natur des Plagioklases sowohl im Gabbro als im Diorit schon constatirt, in beiden Fällen hat man es mit Albit zu thun, der einerseits mit Zoisit, andererseits mit Epidot verbunden ist.<sup>5)</sup>

Die Auffassung des Herrn Hatch, wonach die Hornblende des Diorits aus einer Uralitisirung des Diallags hervorgegangen und in Folge dessen dieses Gestein durch Umbildung des „normalen Gabbro“ entstanden wäre, findet keine thatsächliche Bestätigung und ist damit auch die Bezeichnung „Hornblendegabbro“ nicht zutreffend. Die Ableitung des Serpentin von dem Gabbro und dessen Derivaten, als Endproduct der Umwandlungsreihe, ist eine Hypothese, welche ich wohl in meiner ersten Arbeit, als mir weder das Anstehende, noch die mikroskopische

<sup>1)</sup> Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1878, pag. 187.

<sup>2)</sup> Neues Jahrbuch f. Min., 1879, pag. 141.

<sup>3)</sup> Zeitschrift für Krystallographie etc., VI, 244.

<sup>4)</sup> Zeitschrift für Krystallographie, VII, 249.

<sup>5)</sup> Zeitschrift für Krystallographie, VII, 234–243.

Structur dieses Serpentin bekannt war, vermuthungsweise aussprechen durfte, welche aber nach den heutigen Erfahrungen unhaltbar wird, indem schon die blosse Betrachtung eines Dünnschliffs von der Gegenwart eines charakteristischen Olivinserpentin überzeugen konnte. Die Spuren zersetzter Diallagkrystalle stehen zur Serpentinisirung in keiner directen Beziehung, da nach meinen Untersuchungen neben Diallagfreiem, mit ganz frischen Diallagkrystallen erfüllter Serpentin vorkommt. Von einem allmäligen Uebergang der Aktinolithschiefer in Serpentin kann bei der stets scharfen Abgrenzung keine Rede sein, weshalb auch die von Herrn Hatch angegebene Ueberführung des sogenannten Viridits oder des Aktinoliths in Serpentin hier freilich ausgeschlossen ist.

Bedenklich erscheint ferner der Ausdruck „Nephritschiefer“ für Gesteine, welche, trotz einer gewissen Aehnlichkeit des mikroskopischen Bildes, durch ihre in Folge des Chloritgehaltes sehr geringe Härte und Zähigkeit von den eigentlichen Nephriten sich doch wesentlich unterscheiden. Diese Schiefer lassen sich ja leicht mit dem Fingernagel ritzen und mit der Hand zerkleinern. Der Behauptung, dass der Diallag den Nephrit-ähnlichen Hornblendefilz geliefert hat, kann man nicht allgemeine Geltung zuschreiben in Erwägung, dass letzterer auch dort sich einstellt, wo der Diallag absolut frisch und unzersetzt ist.

Der Schwerpunkt der Differenzen in den Resultaten ruht nun aber ohne Zweifel in der Chloritfrage. Herr Hatch leugnet die Existenz von Chlorit in den Wildschönauer Gesteinen und folgert daraus die Unrichtigkeit der Bezeichnung Chloritgabbro und Chloritschiefer, welche von Pichler aufgestellt und von mir adoptirt wurde. Den Chlorit ersetzt Herr Hatch durch den Begriff Viridit, spricht aber zugleich von serpentinoser Substanz und von grünem Glimmer: Chloritgabbro und Chloritschiefer dagegen werden von ihm als Hornblendegabbro (Diorit) und Amphibolitschiefer erkannt, nichtsdestoweniger aber zugegeben, dass meine makroskopische Charakteristik derselben vollkommen zutreffend sei. Dieser Widerspruch ist unbegreiflich, da meine Beschreibung von Chloritgabbro und Chloritschiefer gar nicht auf die damit verwechselten, mir wohlbekannten dioritischen Gesteine passt; hingegen vermag ich eine Erklärung für die Ergebnisse des Herrn Hatch nur in der Annahme einer Verwechslung der Etiketten seiner Handstücke

zu finden, nachdem eine solche Verkenennung selbst makroskopisch leicht unterscheidbarer Mineralien, als Diallag und Chlorit einerseits, Feldspath und Hornblende andererseits, wie sie Herr Hatch Herrn Professor Pichler und mir zugemuthet, nicht gut anzunehmen ist, zumal ich constatiren kann, dass Herr Hatch die dioritischen Gesteine mit unserem Chloritgabbro, welcher in seiner Suite gar nicht vertreten zu sein scheint, confundirt hat und dass Chloritgabbro und Chloritschiefer allerdings mit vollem Rechte existiren, und zwar mit denselben Bestandtheilen Diallag und Chlorit, welche ich seiner Zeit in der ersten Arbeit über die Wildschönau und Herr Professor Pichler früher schon makroskopisch erkannt hatten, ausser denen durch das Mikroskop noch Strahlstein entdeckt werden konnte, dessen quantitative Zusammensetzung ich bereits mitgetheilt habe.<sup>1)</sup> Der Diallag des Chloritgabbro wurde durch exacte mikroskopische und die schon publicirte chemische Analyse als solcher längst bestimmt<sup>2)</sup>, und bezüglich des Chlorits bin ich glücklicherweise auch aller Zweifel enthoben durch die schon vor zwei Jahren abgeschlossenen Untersuchungen über das specifische Gewicht, die Zersetzbarkeit in Säure, den Wassergehalt und die übrigen chemischen Constituenten, von deren damals beabsichtigter Publication mich anderweitige Arbeiten abgehalten, und aus welchen Studien die volle Uebereinstimmung mit echtem Chlorit resultirt. Da die Abhandlung des Herrn Hatch den Chloritgabbro nicht weiter berührt, so kann es nicht Aufgabe dieses Nachtrages sein, auf das Detail jener Untersuchungen einzugehen, welche vielmehr Gegenstand späterer Mittheilungen werden sollen.

Beim Diorit ist die Hornblende im Allgemeinen ganz typisch und durchaus nicht mit Diallag zu verwechseln, auch der Plagioklas leicht zu entdecken; ebenso wird man die mehr feinkörnigen graugrünen „Amphibolitschiefer“ selbst bei oberflächlicher Betrachtung von den in meiner ersten Arbeit beschriebenen schwarzgrünen schuppigen Chloritschiefen unterscheiden, zu welchen vielmehr Herr Hatch's Aktinolith- oder Nephritschiefer gehören dürften.

Die Gründe, welche Herrn Hatch bewogen haben, die Gegenwart von Chlorit in Abrede zu stellen, sind keineswegs beweisend, weil schon die Methode seiner Untersuchung dem Zwecke nicht entsprach. Die Unterscheidung von Mineralien nach ihren Löslichkeits-

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Krystallographie, VIII, 323.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Krystallographie, VII, 252.

graden in Säuren ist nämlich höchst unzuverlässig, zumal im Dünnschliff, wo die Einwirkung der Säure sehr beschränkt und durch die Ausscheidung von Kieselsäure rasch unterbrochen wird. Ausserdem eignet sich concentrirte Schwefelsäure erfahrungsmässig zu derlei Versuchen gerade weniger, als verdünnte oder Salzsäure. Ueberhaupt ist den ohnedies unbestimmten und variablen Angaben über Zersetzbarkeit der Chlorite kein Werth beizulegen, wovon man sich leicht experimentell überzeugen kann. Unverständlich bleibt es nun, wie Herr Hatch aus der Unlöslichkeit des sogenannten Viridits aus dem Gabbro in concentrirter Schwefelsäure auf die Anwesenheit von serpentinöser Substanz schliessen kann, nachdem doch bekanntlich Serpentin durch Schwefelsäure leicht zersetzt wird. Auch ist die Behauptung, dass der dioritischen Gesteinsreihe Chlorit ebenfalls fehle, unrichtig und unerwiesen. Derselbe ist immerhin als Zersetzungsproduct der Hornblende vorhanden, wenn auch nicht in solcher Menge, um wie diese als wesentlich färbendes Gesteinselement zu erscheinen. Deshalb wird eine Entfärbung durch Säuren hier überhaupt nicht bemerkbar werden können, selbst bei Anwendung fein gepulverter Substanz. Uebrigens ist gar nicht einzusehen, warum der dem Chlorit substituirte unbestimmte grüne Glimmer von der Säure nicht auch angegriffen werden sollte.

Gelegentlich der früheren Untersuchungen über unseren Chlorit, habe ich auch schon dessen Zersetzbarkeit in Salzsäure genauer verfolgt und dieselbe grösser gefunden, als bei den zum Vergleiche herbeigezogenen typischen Chloriten vom Greiner und Schwarzenstein, was in der ausserordentlichen Feinheit seiner Schüppchen begründet sein dürfte. Auch die Entfärbung der Grundmasse des Chloritgabbro trat beim Kochen mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure immer ein, wobei jene weisslich seidenglänzend wie Asbest wurde, aus dem sie nach Beseitigung des Chlorits wesentlich zusammengesetzt ist. Die vollständige Auflösung des Chlorits erforderte immerhin andauernde Digestion in concentrirter Salzsäure bei wiederholter Entfernung der sich ausscheidenden Kieselsäure mittels Natronhydrat, welcher Methode ich mich auch zur quantitativen Analyse bedient habe.

Der am Schlusse seiner Abhandlung von Herrn Hatch aufgestellte Stammbaum ist lediglich das Product einer aus blosser Beobachtung einzelner Handstücke entwickelten hypothetischen Auffassung; denn, wie gesagt, bildet vor Allem der „normale Gabbro“ nicht den



Ausgangspunkt für die dioritische Gesteinsreihe, welche unabhängig neben der Gabbroreihe besteht; ferner sind „Uralitgabbro“, „Amphibolit“ und „Epidotgestein“ keine eigentlichen Gesteine, sondern nur beschränkte locale Entwicklungs- und Umwandlungsstadien, endlich erscheinen „Aktinolithschiefer“ und Serpentin vom normalen Gabbro scharf geschieden und stellt der Serpentin eine selbstständige Gruppe dar.

Durch das fortgesetzte Studium der Wildschönauer Gesteine im Laboratorium und an den Fundstätten, zumal nachdem sich mir im Alpbachthale neue und höchst wichtige Gebiete erschlossen, wurde es möglich, auch über die verwickelten Verhältnisse der Lagerungsweise und Entstehung dieser Gesteine eine bestimmtere Anschauung und ein sichereres Urtheil zu gewinnen, was nach jener ersten Begehung und bei der Mangelhaftigkeit der damaligen Aufschlüsse überhaupt nicht erreichbar war, umsomehr als mir zu jener Zeit selbst die Mittel zur mikroskopischen Untersuchung nicht geboten waren. Unter Berücksichtigung aller Erfahrungen möchte ich auch den Ansichten des Herrn Hatch über die Natur des Gabbro und die metamorphische Genesis der zugehörigen schieferigen Gesteine der Wildschönau durch mechanische Umformung und mineralogische Umänderung eines massigen intrusiven Lagergesteins nicht so ohneweiters beipflichten, so lange ich Beweisgründe dafür vermissem, und eine ungezwungenere und einfachere Erklärung derselben Phänomene, die wohl Gemeingut aller krystallinischen Schiefer sind, zulässig erscheint.

Mineralogisches Laboratorium des Polytechnicums Karlsruhe,  
Mai 1885.

## XII. Die krystallinischen Gesteine vom Quellgebiete des Czeremosz.

Von Dr. Rudolf Zuber.

Die grosse, von krystallinischen Gesteinen zusammengesetzte Insel, welche sich von der Marmáros (nordöstliches Ungarn) durch die Bukowina und durch Siebenbürgen nach Rumänien hinzieht, reicht in einem geringen Theile auch auf das galizische Territorium hinüber, wie dies bereits vor vielen Jahren von Prof. Dr. A. v. Alth<sup>1)</sup> constatirt worden ist.

Seit mehreren Jahren im Auftrage des galizischen Landes-Ausschusses mit geologischen Detail-Aufnahmen in den ostgalizischen Karpathen beschäftigt, kam ich im Jahre 1883 bis an diese krystallinische Masse im Quellgebiete des Czeremosz.

Das geologische Verhältnis dieser Gebilde zu den jüngeren karpathischen Ablagerungen habe ich bereits an anderer Stelle beschrieben<sup>2)</sup>; gegenwärtig erlaube ich mir die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung mitzuthellen, die ich an diesen Gesteinen bisher durchzuführen Gelegenheit hatte.

Die grössten und besten Aufschlüsse in diesem Gebiete fand ich am Perkalab-Bache, welcher der Hauptzufluss des Weissen Czeremosz ist und die Grenze zwischen Galizien und Bukowina bildet. Aus diesem Thale stammte auch der grösste Theil meines Materiales.

1. Etwas oberhalb des Zusammenflusses der Bäche „Perkalab“ und „Sarata“ folgen unmittelbar hinter den oligocänen karpathischen Schichten Glimmerschiefer, welche hier unzweifelhaft den untersten Horizont der ganzen krystallinischen Masse ausmachen.

Es ist dies die gewöhnlichste Abänderung des Glimmerschiefers, nämlich eine schmal geschichtete Wechsellagerung von weissem Quarz und silberweissem Muscovit. Merkwürdig erscheint hier der Umstand,

<sup>1)</sup> Ein Ausflug in die Marmároscher Karpathen. Mitth. d. k. k. geogr. Ges. Wien. II. 1858. 12.

<sup>2)</sup> Geologische Studien in den Ost-Karpathen. III. Theil (in polnischer Sprache.) Kosmos IX. Lemberg 1884. 361, 365 und 366; hiezu auch Fig. 16 und 18 auf Taf. II.

dass diese Glimmerschiefer von Mineralen, wie Staurolith, Cyanit, und vor allem Granat, welche ähnliche Schiefer fast immer begleiten, fast keine Spur aufweisen. Nur unter den Geröllen des Dobryn-Baches (Zufluss des Schwarzen Czeremosz oberhalb Burkut) an der Klause habe ich ein einziges Stück dieses Glimmerschiefers gefunden, in welchem zahlreiche, erbsengrosse, braune Granate eingebettet erschienen.

Die Schichten des Gesteines zeigen — wie gewöhnlich — eine sehr weitgehende und feine Fältelung.

2. Zwischen den Lagen des oben beschriebenen Glimmerschiefers treten an einigen Stellen mächtige Einschaltungen eines augenscheinlich quarzitisches Gesteines auf, welches am Perkalab-Bache grosse, phantastische Felsen und Klippen bildet. Das Gestein ist in seiner Hauptmasse undeutlich geschichtet und nur in kleinen Partien schieferig, ungemein fest und hart und von grünlichgrauer Farbe. Im Dünnschliffe unter dem Mikroskope zeigt es eine sehr einförmige und feinkörnige Structur von ausgesprochen felsitischem Charakter; in dieser Masse sind zahlreiche kleine Quarzkörner sehr gleichförmig vertheilt, welche sich nur selten zu grösseren Concretionen, oder in der schieferigen Varietät zu feinen Schichten und Adern von grobkörniger Zusammensetzung vereinigen. Ausserdem kann man unter dem Mikroskope in beiden Abänderungen seltene und sehr kleine Glimmerblättchen (vorwiegend Biotit) bemerken.

Herr Privatdocent Dr. J. Schramm hat auf mein Ansuchen eine quantitative Analyse der festesten Varietät dieses Gesteines gütigst ausgeführt, wobei folgende Resultate gewonnen wurden:

$Si\ O_2$ . . . . .	76.661
$Al_2\ O_3$ . . . . .	10.852
$Fe_2\ O_3$ . . . . .	0.955
$Ca\ O$ . . . . .	0.318
$K_2\ O$ . . . . .	9.576
$Na_2\ O$ . . . . .	0.485
$H_2\ O$ . . . . .	0.613
Summa . . . . .	99.460

Ausserdem Spuren von Mangan, Magnesium und Lithium.

Bereits der erste Blick auf diese Zahlen lehrt uns, dass die Hauptmasse des Gesteines ein Gemisch von Kalifeldspath (Orthoklas) und Quarz ist.

Wenn man das Molecular-Verhältnis von Kieselsäure, Thonerde und Kali berechnet, so erhält man annähernd folgendes Verhältnis:  $SiO_2 : Al_2O_3 : K_2O = 13 : 1 : 1$ , oder ungefähr ein Molekel Orthoklas ( $K_2Al_2Si_6O_{16}$ ) gegen sieben Molekel Quarz; in Gewichtsprocenten ausgedrückt ergeben sich ungefähr 57 Theile Orthoklas-Substanz gegen 43 Theile Quarz.

Auf Grund dieser Untersuchungen glaube ich dieses Gestein als Hälleflinta bezeichnen zu sollen.

3. Dieses Gestein geht hier stellenweise in Gneiss über, welcher jedoch in diesem Gebiete nirgends eine bedeutendere Verbreitung erlangt. Derselbe ist wohlgeschichtet und sehr reich an Quarz, welcher gewöhnlich feinkörnige, schmale Schichten bildet. Die grösseren Quarzindividuen enthalten sehr zahlreiche, kleine Einschlüsse, worunter nicht näher definirbare Globuliten und Blasen vorwiegen; Flüssigkeits-Einschlüsse konnte ich nicht entdecken. Der Feldspath bildet entweder ein feinkörniges Gemisch mit dem Quarz, oder er tritt in grösseren, gewöhnlich linsenförmigen Ausscheidungen auf. Unter diesen Ausscheidungen sind polysynthetische Plagioklas-Zwillinge vorherrschend. Diese Feldspathe sind zum Theile ziemlich trübe und weisen das erste Stadium der Verwitterung auf. An weissem Glimmer (Muscovit) ist dieser Gneiss ziemlich arm; in grösserer Menge wird unter dem Mikroskope dunkelgrüner oder (seltener) bräunlicher Biotit sichtbar; derselbe bildet büschel- oder linsenförmige Aggregate, welche sich öfter zu feinen parallelen Schichten vereinigen.

Ausser diesen Hauptbestandtheilen kann man darin noch seltene Pyritkörnchen und Einsprenglinge von Eisenoxyd beobachten.

Zwischen den unter 2. und 3. beschriebenen Gesteinsarten bildet eine grünlich-graue Varietät den Uebergang, welche aus durchaus parallelen, sehr stark gefältelten und sehr schmalen Quarzschichten besteht, die durch sehr kleine, aber zahlreiche weisse, grünliche und schwärzliche Glimmerblättchen von einander abgetrennt sind und seltene Ausscheidungen von monoklinem und triklinem Feldspath enthalten.

Die bisher geschilderten Gesteine bilden unzweifelhaft die tiefere Abtheilung der krystallinischen Masse, was im Allgemeinen mit den Angaben von Paul<sup>1)</sup> über die Fortsetzung derselben in der Bukowina übereinstimmt.

<sup>1)</sup> Grundzüge der Geologie der Bukowina. Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst. 1876, pag. 261.

4. Die höheren Partien werden vorwiegend von krystallinischen Thonschiefern gebildet, worunter besonders ein dunkelgrauer, stellenweise schwarzer Phyllit hervortritt. Derselbe ist ausgezeichnet geschichtet und zeigt glatte, glänzende Flächen; äusserlich sieht er ganz wie Graphit aus. Die einzelnen Lagen dieses Schiefers werden oft durch Quarz-Ausscheidungen unterbrochen. Diese Ausscheidungen sind selten schichtenförmig; die meisten haben die Form von flachen Linsen, welche aus reinem, weissem, grob-krystallinischem Quarz bestehen und häufig Einsprenglinge von Pyrit enthalten. Am Berge „Czywczyn“ bestand an den Dobryn-Quellen im Bereiche dieser Phyllite ehemals ein Bergwerk, welches angeblich auf silberhaltigen Bleiglanz angelegt war; ein ähnliches Bergwerk bestand noch vor Kurzem in der Verlängerung derselben Schichten bei Kirlibaba (Bukowina).

Seltener, wie diese schwarzen Phyllite, zeigen sich hier auch die gewöhnlichen grünlich-grauen, gefalteten seidenglänzenden Schiefer.

5. Zwischen den oben beschriebenen krystallinischen Gesteinen findet man ziemlich oft auch Einschaltungen von Kalksteinen, welche stellenweise grosse Felsen bilden. Auf galizischem Gebiete ist die grösste derartige Felsbildung der sogenannte „Mokryń Kamien“ auf der Alpe „Mokryn“.

Dieser Kalkstein ist sehr fest, feinkörnig, hellgrau, zerklüftet und von zahlreichen krystallinischen, weissen Kalkspathadern durchzogen.

Im Dünnschliffe zeigt er das Bild einer ausserordentlichen Zerbröckelung. Er besteht ganz aus festen, grauen, kryptokrystallinischen Brocken, die mit krystallisirtem Kalkspath unter einander verkittet sind. In diesen Brocken ist keine Spur von organischer Structur bemerkbar; der ganze Habitus dieses Kalksteines erinnert aber in hohem Masse an einige paläo- und mesozoische Kalke der Alpen, und zwar besonders an die Silurkalksteine aus der Umgebung von Leoben.

Die nähere Altersbestimmung dieser mit krystallinischen Schiefern auf's Innigste verbundenen Kalke wäre sehr wichtig, um die metamorphische Natur aller dieser Gebilde nachzuweisen, welche Frage bekanntlich heute auf der Tagesordnung steht. Leider waren aber alle meine bisherigen Untersuchungen in dieser Beziehung fruchtlos.

6. Untergeordnet treten zwischen diesen Gesteinen auch weissliche, oder seltener röthliche Quarzite auf; dieselben sind gewöhnlich stark zerklüftet und die Klüfte fast immer mit einer verwitternden chloritischen Masse ausgefüllt.

7. Um das ganze Bild zu vervollständigen, muss ich schliesslich noch hinzufügen, dass sich zwischen diesen Gesteinen an einigen Stellen auch noch mürbe, erdige, rothe Schiefer befinden, welche höchst wahrscheinlich nur Zersetzungsproducte anderer Gesteine sind. Solche Schiefer sah ich nur in kleinen Aufschlüssen an den Bergen „Czywczyn“ und „Popadia“.

Lemberg, Mineralogisches Universitäts-Museum des Prof. Dr. F. Kreutz.

# **XIII. Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe.**

Von **F. Becke.**

(Mit Tafel IV, V und 2 Holzschnitten.)

## **Einleitung.**

Die in den folgenden Blättern geschilderten Untersuchungen wurden zunächst unternommen, um für eine Theorie der Aetzfiguren und deren Zusammenhang mit dem Krystallbau weiteres Beobachtungsmaterial beizubringen. Denn nur durch Beobachtung an möglichst vielen und verschiedenen Krystallen wird es möglich sein, in diesem Gebiete zu allgemeineren Gesetzmässigkeiten zu gelangen.

Auch die folgenden Beobachtungen und Darlegungen bringen den Gegenstand keineswegs zum Abschluss, sondern bedürfen der weiteren Verfolgung und Ergänzung.

Ich hätte daher nicht ungern die Publication dieses Beitrages zur Kenntnis der Aetzfiguren noch verschoben, wenn ich nicht auf Erscheinungen gekommen wäre, welche meine in den beiden Arbeiten über Zinkblende und Bleiglanz ausgesprochene Vermuthung über die Natur der Aetzflächen wesentlich modificirt und — ich will hoffen — verbessert hätten.

Die wichtigsten Sätze, zu denen die Untersuchungen an den genannten Mineralen zu führen schienen, sind die folgenden:

1. Auf allen Krystallflächen werden die Aetzfiguren, welche theils erhabene Aetzhügel, theils vertiefte Aetzgrübchen sind, wesentlich von denselben Aetzflächen, den Hauptätzflächen, gebildet.

2. Diese Hauptätzflächen liegen in einer bestimmten sehr einfachen Zone, der Hauptätzzone.

3. Diese Aetzflächen sind dadurch charakterisirt, dass sie der Auflösung den grössten Widerstand entgegensetzen.

4. Aetzgrübchen treten auf solchen Flächen auf, welche der Aetzzone angehören, Aetzhügel dagegen auf solchen, die weit ausserhalb der Aetzzone liegen.

5. Die Aetzflächen stehen mit den Spaltflächen in einem gewissen Gegensatz, so dass Spaltflächen nicht zugleich Aetzflächen sein können.

Während nun die anderen Sätze in dem Verhalten des Magnetit und seiner Verwandten eine Bestätigung, z. Th. auch Erweiterung fanden, muss allerdings zugegeben werden, dass der 5. Satz sich nicht aufrecht erhalten lässt. Er wurde durch die Thatsache widerlegt, dass bei bestimmter Art der Aetzung auch Dodekaëderflächen der Zinkblende, sowie Flächen, die dem Hexaëder sehr nahe liegen, beim Bleiglanz als Aetzflächen auftreten.

Damit fällt natürlich auch die Erläuterung, die ich diesem Satz zu geben versuchte, dass nämlich die Aetzflächen die Flächen grösster normaler Cohäsion darstellen, in nichts zusammen. Sie beruhte auf einer allzu mechanischen Auffassung des Lösungsvorganges, welche namentlich auch den mehrfach nachgewiesenen Einfluss des Aetzmittels auf den Erfolg der Aetzung nicht berücksichtigt.

Fast gleichzeitig mit meiner Arbeit über Bleiglanz erschien eine sehr interessante Abhandlung von Professor v. Ebner in Graz<sup>1)</sup>: „Die Lösungsgestalten des Kalkspathes und des Aragonites“, welche sich in vielen Punkten mit meinen Untersuchungen berührte.

V. Ebner zeigt in dieser Arbeit, dass sich die Erscheinungen bei der Aetzung des Calcit mit Säuren zurückführen lassen auf das Vorhandensein von krystallographisch bestimmten Flächen, nach welchen die Lösung des Krystalls am leichtesten fortschreitet. Diese Flächen leichtester Löslichkeit nennt v. Ebner „primäre Lösungsflächen“. Die primären Lösungsflächen des Calcit sind die Flächen von  $\sim 2R$ . Auf den verschiedenen Krystallflächen entstehen nun erhabene Lösungsgestalten (dasselbe, was ich als Aetzhügel bezeichne), die im einfachsten Falle von den primären Lösungsflächen selbst

---

<sup>1)</sup> Sitzber. d. k. Akad. der Wiss. 89. Bd., II. Abth., 1884. — Die zweite Abhandlung dieses Autors, die Aetzfiguren des Calcit und Lösungsgestalten des Aragonit behandelnd, ebenda, 91. B. März 1885, kam mir erst während der Correctur zu und konnte daher leider nicht mehr berücksichtigt werden.



begrenzt sind, meist aber secundär durch vorherrschende Auflösung der Ecken und Kanten modificirt werden. Die Bestimmung der modificirten Lösungsgestalten, die durch Ameisensäure entstehen, ergibt das bemerkenswerthe Resultat, dass die Flächen, welche diese secundären Lösungsgestalten begrenzen, vorwiegend Skalenöder und Pyramiden aus der Kantenzonen von  $-2R$  sind. Somit kommt auch v. Ebner zu den Aetzzonen, wenn er auch weiter kein Gewicht darauf legt.

Durch den Nachweis, dass sich alle Erscheinungen beim Aetzen auf gewisse krystallographisch einfache „Lösungsflächen“ zurückführen lassen, hat v. Ebner einen glücklichen Fortschritt in der Erkenntnis vermittelt, den ich dankbar acceptire. Dagegen kann ich mich mit der physikalischen Deutung der primären Lösungsflächen oder, wie ich lieber sagen möchte, Aetzflächen nicht einverstanden erklären. V. Ebner definirt die primären Lösungsflächen als jene Flächen, nach welchen der Krystall sich am leichtesten löst; ich hoffe zeigen zu können, dass die Definition richtiger ist, wenn man sagt, die primären Aetzflächen sind jene, welche der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzen. Näheres hieüber folgt im III. Abschnitt.

Auf indirectem Wege hat die schöne Arbeit von v. Ebner noch einen anderen Gedankengang angeregt, dessen Verfolgung zu interessanten Ergebnissen geführt hat, die indessen in dieser Arbeit nur kurz angedeutet werden sollen.

V. Ebner weist nach, dass die Wirksamkeit aller von ihm als Aetzmittel angewandten Säuren sich auf dieselben primären Lösungsflächen  $-2R$  beziehen lasse. Dies erscheint nicht befremdlich, da ja der chemische Process immer derselbe bleibt, ob mit dieser oder jener Säure geätzt wird. Wie wenn man aber ein Aetzmittel anwenden würde, welches einen ganz anderen chemischen Process einleitet? Bei den von mir untersuchten Sulfiden ist dies leicht durchführbar. Die bisher als Aetzmittel verwendete Salzsäure greift zunächst das Metall der Sulfide an. Ich ätzte daher mit Aetzmitteln, die zum Schwefel eine grössere Verwandtschaft haben, und in der That trat das ein, was vorauszusehen war, das Resultat der Aetzung war ein grundverschiedenes.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Vorläufige Mittheilungen über diese Aetzungen im II. Abschnitt unter Linnéit.

Durch diese Entdeckung erscheinen nun freilich die schon früher bekannten Fälle, wo verschiedene Aetzmittel verschiedene Aetzfiguren hervorrufen, unter einem neuen Gesichtspunkte. Nur, wenn das neue Aetzmittel einen von dem früheren verschiedenen chemischen Process vermittelt, wird man eine verschiedene Aetzung erwarten können.

## I. Verhalten des Magnetit gegen Aetzmittel.

Als Material für die Untersuchung dienten mir hauptsächlich Oktaëder, welche in einem strahlsteinhaltigen Chloritschiefer von Pfitsch eingeschlossen vorkommen. Sie haben zwar keine vollkommen glatte Oberfläche, erwiesen sich aber als ein sehr geeignetes Untersuchungsmaterial. Ich erhielt dieselben in ziemlich grosser Menge durch Herrn Baron von Foullon aus den Vorräthen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Sehr werthvoll erwiesen sich ferner Krystalle von Minas Geraës, rundum ausgebildete Oktaëder, ferner aufgewachsene Krystalle der Combination (111). (321) von Gora Blagodat, Ural. Weniger geeignet zur Aetzung waren sehr schöne aufgewachsene Krystalle der Combination (110). (111). (100). (311) von Nordmarken, welche ich, sowie die vorigen, der Zuvorkommenheit des Herrn Hofrath G. Tschermak verdanke.

Auch aufgewachsene Krystalle aus dem Binnenthal (111) erwiesen sich als wenig geeignet, dagegen gaben wenig gestreifte Dodekaëder von Morawitza gute Resultate. Die letzteren, sowie eine Anzahl Pfitscher Krystalle stammen aus der Sammlung der Czernowitzer Universität.

Als Aetzmittel kamen in Anwendung Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, saures schwefelsaures Kalium (bei Schmelzhitze).

### Oktaëder.

Zunächst soll das Verhalten der Pfitscher Krystalle geschildert werden, sodann einige Angaben über andere Magnetitvorkommen folgen. Im Allgemeinen entstehen durch Aetzung mit verschiedenen Säuren ganz ähnliche Aetzfiguren, dreiseitige Aetzgrübchen, deren Umriss gegen die Oktaëderfläche verwendet erscheint. Die Seitenflächen liegen also in der Zone der Triakisoktaëder, ähnlich wie beim Bleiglanz.

## a) Aetzung mit Salzsäure.

Eine energische Einwirkung der Salzsäure findet nur beim Sieden derselben statt. Schon die Temperatur des Wasserbades bewirkt eine sehr merkbliche Verzögerung der Lösung und die Aetzfiguren bleiben auch bei stundenlanger Einwirkung sehr klein. Bei Zimmertemperatur wird die Wirkung erst nach mehreren Tagen merklich. Auch hier hindert die Kleinheit der Aetzfiguren und die Verschwommenheit der Lichtfigur eine genauere Bestimmung. Sehr häufig zerbröckeln bei dieser Gelegenheit die Krystalle eher als sie deutlich geätzt werden. Vielleicht steht dies in Zusammenhang mit den später zu erwähnenden Canälen parallel den Oktaëderkanten, deren Vorhandensein zwar nicht bewiesen, aber wahrscheinlich ist.

Die besten Resultate erhielt ich durch Aetzen in siedender, 15- bis 20procentiger Salzsäure, bei einer Aetzdauer von 5 Minuten. Je concentrirter die Säure, desto dichter gedrängt und grösser werden die Aetzfiguren.

Fig. 1 auf Taf. IV zeigt nach einem Gelatineabdruck die Form der durch 17·5procentige Salzsäure hervorgerufenen Figuren. Es fällt daran vor Allem auf, dass zwar der Umriss dreiseitig und, abgesehen von kleinen Abweichungen gleichwinkelig ist, aber die Configuration der Flächen im Inneren entschieden monosymmetrisch erscheint. Eine der drei Seitenflächen ist unterbrochen durch einen Ausschnitt, dessen Winkel sich dem Werth von  $120^\circ$  merklich nähert.

Die monosymmetrische Gestalt kehrt in den drei möglichen Stellungen wieder. Aetzgrübchen aller drei Stellungen finden sich regellos über die ganze Fläche zerstreut; oft sind zwei Aetzfiguren verschiedener Stellung theilweise mit einander verschmolzen.

Die Spitze der vertieften Pyramide ist öfter durch eine der geätzten Fläche parallele Fläche abgestumpft; auf dieser Abstumpfung treten schwach ausspringende Kanten hervor, welche die Zusammensetzung der Abstumpfung aus der Oktaëderfläche vicinalen Triakis-oktaëdern und Ikositetraëdern erkennen lassen. Auch die vertieften Polkanten der Pyramide sind bisweilen durch undeutliche, gestreifte Flächen abgestumpft. Zwischen diesen tiefen Aetzgrübchen finden sich kleinere, viel flachere, welche gewissermassen nur aus der Bodenfläche der abgestumpften tieferen bestehen.

Die Lichtfigur der geätzten Oktaëderfläche zeigt nach Messung Fig. 2. In der Lichtfigur herrscht vollkommene Trisymmetrie.

Die Messung wurde in bekannter Weise goniometrisch vorgenommen.

Obzwar, wie später gezeigt wird, an den Reflexen  $z$  auch die Aetzfiguren der benachbarten Oktaëderflächen theilhaftig sind, so dass die Lichtfigur durch das theilweise Zusammenfallen der Lichtfiguren der benachbarten Oktaëderflächen erzeugt wird, kann man doch in diesem speciellen Falle hiervon absehen, und die gezeichnete Lichtfigur als den reinen Ausdruck der Lage der Aetzflächen auf der gemessenen Fläche betrachten, da die gemessene Oktaëderfläche bedeutend grösser war als die benachbarten.

Die Lage der  $z$ -Reflexe wurde durch Messung der Winkel mit den benachbarten  $o$ -Reflexen bestimmt, so dass in jedem Strahl der Winkel von  $z$  mit dem Centralreflex  $o$ , ferner der Winkel von  $z_1$  mit der derselben Zone angehörigen benachbarten Oktaëderfläche  $o_1$  gemessen wurde.

Die Messung ergab:

I. Strahl .	$oz = 25^\circ 23'$	$o_1 z_1 = 26^\circ 9'$	$o\zeta = 2^\circ 3'$	$ox_1 = 12^\circ 52'$	$ox_2 = 23^\circ 30'$
II. " .	$25^\circ 36'$	$27^\circ 25'$	$2^\circ 2'$	$11^\circ 56'$	$24^\circ 14'$
III. " .	$26^\circ 43'$	$26^\circ 35'$	$1^\circ 40'$	$11^\circ 37'$	$24^\circ 14'$
Mittel . .	$26^\circ 14'$	$27^\circ 3'$	$1^\circ 55'$	$12^\circ 8'$	$23^\circ 59'$

Die Differenzen der Messungen in den drei Strahlen sind nicht grösser als sie bei derartigen Lichtfiguren gewöhnlich zu sein pflegen.

Wenn man von  $\zeta$  absieht, das zu nahe an  $o$  liegt, als dass die Genauigkeit der Messung ein Zeichen zu bestimmen erlauben würde, entsprechen die anderen Reflexe annähernd Flächen mit relativ einfachen Indices. Und zwar  $z$  und  $z_1$  der Fläche (992),  $x_1$  der Fläche (22),  $x_2$  der Fläche (522). Diese Flächen verlangen folgende Winkel:

$$111.992 = 27^\circ 20' \quad 111.322 = 11^\circ 25' \quad 111.522 = 25^\circ 24'$$

Die Uebereinstimmung ist allerdings nur eine sehr beiläufige.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass in allen Strahlen  $oz$  etwas kleiner gefunden wurde als  $o_1 z_1$ ; die Fläche  $z_1$  liegt also etwas näher an der Dodekaëderfläche als  $z$ .

Man darf wohl vermuthen, dass dem Krystallbau eine genau symmetrische Lage der beiden  $z$ -Flächen um  $d$  entsprechen würde; aber die Unvollkommenheit der Aetzung bewirkt, dass nicht genau die vom Krystallbau geforderten Aetzflächen entstehen, sondern dass dieselben etwas flacher geneigt sind gegen die geätzte Fläche. Es

beruht dies darauf, dass bei Aetzgrübchen am Rande die Lösung rascher fortschreitet als in der Tiefe und umgekehrt bei den Aetzhügeln die Spitzen und Kanten energischer gelöst werden als der Fuss. In jedem Falle hat dies zur Folge, dass statt der angelegten Fläche Flächen entstehen, die gegen die geätzte Fläche weniger steil geneigt sind als sie eigentlich sollten.

Ich will diese rein mechanische, nicht im Krystallbau begründete Störung in der Lage der Aetzflächen, wodurch sich dieselben der geätzten Fläche nähern, als „Schleppung“ bezeichnen.

In unserem Falle bewirkt nun die Schleppung, dass sowohl  $z$  als  $z_1$  aus ihrer um  $d$  symmetrischen Lage der geätzten Fläche näher rücken, daher liegt  $z$  näher an  $o$  als  $z_1$  an  $o_1$ .

Die mit  $z$  bezeichneten Reflexe werden durch die Seitenflächen der Grübchen, der Centralreflex und die mit  $\xi$ ,  $x_1$  und  $x_2$  bezeichneten Reflexe durch die untergeordneten Abstumpfungen hervorgebracht.

Wie die Messung zeigt, treten die beiden mit  $z$  bezeichneten Reflexe annähernd symmetrisch um die Lage des Dodekaäders auf. Es sind also die Seitenflächen der Aetzfigur aus zwei unter stumpfem Winkel symmetrisch zur Dodekaöderfläche liegenden Triakisoktaöderflächen gebildet. Stellt man daher am Goniometer die Zone  $111.1\bar{1}1$  ein und lässt die geätzten Flächen schimmern, so tritt der Schimmer auf beiden Oktaöderflächen gleichzeitig und zweimal in zwei um die Dodekaöderrichtung symmetrischen Stellungen ein.

Mit der ausgesprochenen Trisymmetrie der Lichtfigur contrastirt auffallend die Monosymmetrie der einzelnen Aetzfiguren. Woher kommt sie?

Um diese Frage zu lösen, ist zunächst zu entscheiden, durch was für Flächen der Ausschnitt der einen Seitenfläche bewirkt wird. Die Messungen ergeben, dass die Seitenflächen der Aetzfigur Vicinalflächen des Dodekaäders sind; andererseits zeigt ein genaues Studium der Aetzfiguren, dass die Flächen, welche den Ausschnitt bewirken, sehr steil, fast senkrecht sein müssen, dass sie ferner nahezu in den Diagonalzonen des Oktaäders liegen, denn ihre Tracen bilden mit den Tracen der drei benachbarten Dodekaöderflächen Winkel von circa  $30^\circ$ . Diese zwei Beziehungen machen es wohl sehr wahrscheinlich, dass diese Flächen ebenfalls Dodekaöderflächen sehr nahe kommen, und zwar solchen, welche auf der geätzten Oktaöderfläche senkrecht stehen. Diese Flächen sind somit von derselben Art wie die Seitenflächen  $z$  der Aetzfigur

Sehr gut gelungene Gelatine-Abdrücke lassen noch folgende Beobachtung machen. Stellt man das Mikroskop scharf auf die Spitze des Abgusses einer Aetzfigur ein, so sieht man, dass sich die Kanten nicht geradlinig schneiden, sondern in einen schnabelartigen Fortsatz auslaufen, der in Form eines schief aufsteigenden Gelatinefadens weit über den Umriss hinausragt. Um dies zu beobachten, muss man den Abdruck mit der am Krystall abgeformten Fläche nach oben unter das Mikroskop bringen. Auch ist ein Deckglas zu vermeiden, da durch dasselbe der Fortsatz abgeknickt wird. (Vergl. Fig. 1 bei *a*. Die Zeichnung vermag freilich den körperlichen Eindruck nicht wiederzugeben, der durch Hebung und Senkung des Tubus gewonnen wird.)

Dieser Gelatinefaden scheint der Abguss eines Canales zu sein, welcher in schräger Richtung sich in die Krystallmasse hineinsenkt. Es könnten etwa Canäle parallel den Oktaëderkanten vorhanden sein, welche in drei verschiedenen und in den Symmetrie-Ebenen gelegenen Richtungen die geätzte Oktaëderfläche schneiden würden.

Das Vorhandensein dieser Canäle würde nun auch die monosymmetrische Gestalt der Aetzfigur verstehen lassen. Die Aetzfiguren wären dann nur die ausgeweiteten Mündungen jener Canäle, und da dieselben schief gegen die Oktaëderfläche liegen, wird auch die Ausweitung, welche von den nächstgelegenen Aetzflächen umschlossen wird, in derselben schiefen Richtung voraneilen und die Folge wird eine einseitige Ausbildung der Aetzfigur sein. Dabei ist es bemerkenswerth, dass der Umriss der Aetzfigur der Symmetrie bereits gehorcht. Hier ist also die Störung bereits ausgeglichen.

Es wäre offenbar sehr gefehlt, wollte man die Monosymmetrie der einzelnen Aetzfiguren dazu verwenden, den Symmetriecharakter der Oktaëderfläche und damit die tesserale Krystallform des Magnetits in Frage zu ziehen. Dagegen ist dieses Verhalten der eingewachsenen Pfitscher Magnetite sehr lehrreich für die Entstehung der Aetzfiguren überhaupt. Die Entstehung getrennter Aetzfiguren ist nur verständlich, wenn wir Störungen im Krystallbau annehmen, welche gewisse Punkte für die Auflösung besonders günstig machen. An diesen wirkt das Aetzmittel intensiver und lässt eine Vertiefung entstehen, deren Ausgestaltung von dem Krystallbau abhängig ist, daher in dem Fall, als die Störung nur eine unbedeutende, oberflächliche ist, der Symmetrie der geätzten Fläche entsprechen muss.

Ist jedoch die Störung eine bedeutende, ihr Einfluss derart überwiegend, dass die Ausgleichung im Sinne der Krystallstructur mit dem Fortschreiten der Lösung in der Richtung der Störung nicht Schritt zu halten vermag, so wird eine von der Symmetrie der geätzten Fläche abweichende Aetzfigur entstehen. In dem hier vorliegenden Falle sind nun offenbar die Störungen selbst nach den Symmetrie-Ebenen der Oktaëderfläche angeordnet und bewirken daher das Auftreten monosymmetrischer Formen, indem sie einer der drei Symmetrierichtungen ein Uebergewicht verleihen.

Für die Beurtheilung der Symmetrie der geätzten Krystallfläche ist dieser Fall von Wichtigkeit, indem er zeigt, dass das Auftreten zerstreuter Aetzfiguren, die mit der geforderten Symmetrie des Krystallsystems nicht in Einklang stehen, allein noch nicht berechtigt, das Vorhandensein dieser Symmetrie zu leugnen.

Ich versuchte auch hier den Einfluss verschieden concentrirter Säuren zu ermitteln, gelangte aber zu keinem entschiedenem Resultat. Der Winkel  $oz$  schwankt innerhalb nicht sehr weiter Grenzen. Die Messungen ergaben für gleiche Aetzdauer von 5 Minuten bei

10 Procent $HCl$	. . . . .	$oz = 29^{\circ} 20'$
15       "       "	. . . . .	$oz = 23^{\circ} 55'$
17.5     "       "	. . . . .	$oz = 26^{\circ} 16'$
20       "       "	. . . . .	$oz = 26^{\circ} 39'$
22.5     "       "	. . . . .	$oz = 26^{\circ} 18'$

Wenn stärker concentrirte Säuren längere Zeit einwirken, nehmen die  $z$ -Reflexe an Helligkeit merklich zu, aber werden auch quer auf die Aetzzone verbreitert, auch zeigt sich eine unvollkommene Gliederung in der Richtung der Aetzzone, benachbarte Reflexe verbinden sich durch Lichtbögen, bis die ganze Erscheinung undeutlicher und undeutlicher wird.

#### b) Aetzung mit Schwefelsäure.

Am geeignetsten zur Aetzung erwies sich ein Gemenge von 1 Theil englischer Schwefelsäure und 1 Theil Wasser.

Aetzt man mit diesem Gemenge im Wasserbade, so dauert es eine geraume Zeit, bis eine deutliche Einwirkung ersichtlich ist. Nach 10 Minuten zeigt die Fläche zahlreiche kleine dreiseitige Vertiefungen, von denen die meisten reihenweise angeordnet sind. Die Flächen, welche die Aetzgrübchen bilden, erglänzen auf zwei in einer Kante

zusammenstossenden Oktaöderflächen gleichzeitig. Sie ergeben einen zwar deutlichen, aber schwachen Reflex, welcher mit dem fast unverändert gebliebenen Reflex der Oktaöderfläche folgende Winkel einschliesst.

Geiessen wurden die Zonen zu drei einer mittleren Oktaöderfläche  $o_0$  anliegenden Oktaöderflächen  $o_1 o_2 o_3$

$$\begin{array}{rcl} o_0 d_1 = 34^\circ 36' & d_1 o_1 = 35^\circ 28' \\ o_0 d_2 = 35^\circ 54' & d_2 o_2 = 34^\circ 53' \\ o_0 d_3 = 35^\circ 36' & d_3 o_3 = 35^\circ 2' \\ \hline & 35^\circ 22' & 35^\circ 8' \end{array}$$

Im Mittel ergibt sich  $35^\circ 15'$ , fast genau der Winkel zwischen Oktaöder und Dodekaöder.

Fig. 3 zeigt das Aussehen eines Theiles der geätzten Fläche nach einem Gelatinabguss.

Bei länger fortgesetzter Aetzung werden die Aetzgrübchen grösser und deutlicher (vergl. Fig. 4), das Lichtbild complicirt sich durch Veränderung des Centralreflexes, sowie durch Hinzutreten neuer Reflexe.

Fig. 5 zeigt das Lichtbild nach einer Aetzdauer von 30 Minuten.

$$\begin{array}{rcl} o d_1 = 35^\circ 17' & o \zeta_1 = 3^\circ 57' & o x_1 = 25^\circ 19' \\ o d_2 = 35^\circ 12' & o \zeta_2 = 4^\circ 5' & o x_2 = 25^\circ 5' \\ o d_3 = 35^\circ 22' & o \zeta_3 = 4^\circ 9' & o x_3 = 25^\circ 20' \\ \hline & 35^\circ 17' & 4^\circ 4' \quad 25^\circ 15' \end{array}$$

In diesem Falle, wo die Reflexe von wunderbarer Schärfe sind, entsprechen sie auch mit grosser Annäherung Flächen mit einfachen Indices.  $d = (110)$ ,  $\zeta = (776)$ ,  $x = (522)$ . Die berechneten Winkel sind:

$$101.111 = 35^\circ 16' \quad 767.111 = 4^\circ 3' \quad 252.111 = 25^\circ 24'$$

Die Differenzen sind so klein, wie man sie bei mittelguten Krystallflächen anzutreffen pflegt.

Die Reflexe  $x$  entsprechen Abstumpfungen der Seitenkanten der Aetzgrübchen, welche für die Schwefelsäureätzung sehr charakteristisch sind. Die Reflexe  $\zeta$ , welche von eigenthümlichen hyperbolischen Lichtschweiften begleitet sind, rühren von den nicht seltenen Abstumpfungen der vertieften Spitze der Aetzgruben, sowie von flachen Grübchen, welche zwischen den tieferen Aetzfiguren dicht gedrängt die Oktaöderfläche bedecken.



Trotz der vollkommenen Trisymmetrie der Lichtfigur ist auch hier nicht eine trisymmetrische Aetzfigur zu entdecken. Alle erscheinen monosymmetrisch. Und wenn über die Natur der Flächen, welche jenen Ausschnitt in der einen Seitenfläche bewirken, bei den Salzsäurefiguren noch ein Zweifel bleiben konnte, muss derselbe hier verschwinden, wo der Winkel, den die merklich senkrecht stehenden Flächen miteinander einschliessen, mit aller zu erwartenden Schärfe gleich  $120^\circ$  gemessen werden kann. Wie also die Seitenflächen selbst nicht nur den Dodekaëderflächen nahe kommen, sondern in aller Strenge denselben parallel gehen, so ist dies auch mit den Flächen der Fall, die den Ausschnitt begrenzen.

Bemerkenswerth ist dabei die nicht seltene Erscheinung, dass eine der Seitenflächen der Aetzfigur noch von einem besonderen isolirten Ausschnitt durchbrochen wird. Eigentlich ist derselbe ein rhombisches Grübchen auf einer Dodekaëderfläche, begrenzt von den vier nächstliegenden Dodekaëderflächen. Auf den natürlichen oder angeschliffenen Dodekaëderflächen entstehen nicht selten selbständige Aetzgrübchen von derselben Gestalt.

Lässt man die verdünnte Schwefelsäure bei höherer Temperatur einwirken, etwa bei  $125^\circ$  C., so erfährt das Lichtbild eine weitere Complication. Die Dauer der Einwirkung muss hier stark reducirt werden, um deutliche Erscheinungen zu erzielen.

Bei einer Aetzdauer von 5 Minuten erscheinen zunächst statt des einen  $d$ -Reflexes zwei, von denen jeder nur durch die Aetzfiguren der einen, und zwar der nächstgelegenen Oktaëderfläche hervorgerufen wird. Ferner tritt ein sehr verwaschener neuer Triakis-oktaëderreflex auf, im Centraltheil rückt der Reflex  $\zeta$  näher an  $o$  und die Schweife schliessen zu einem langgezogenen Ikositetraëderreflex zusammen.

Nach einer Aetzdauer von 10 Minuten erscheint das Bild wie Fig. 6 zeigt.

Hervorzuheben ist hierbei die eigenthümliche Verbreiterung der  $d$ -Reflexe, welche dem Centralreflex um  $5^\circ$  näher gerückt sind, ferner die Gliederung der  $\alpha$ -Reflexe, welche in zwei getrennte Gruppen zerfallen, von denen die innere aus zwei bis drei sehr genäherten Reflexen besteht.

Die Messung ergab:

$od = 30^\circ 24'$	$oz = 9^\circ 45'$	$o\xi_1 = 2^\circ 16'$	$o\xi_2 = 9^\circ 42'$
$30^\circ 27'$	$9^\circ 55'$	$2^\circ 25'$	$9^\circ 56'$
$30^\circ 44'$	$10^\circ 3'$	$2^\circ 43'$	$10^\circ 10'$
$30^\circ 32'$	$9^\circ 54'$	$2^\circ 28'$	$9^\circ 56'$
$ox_1 = \text{—}$	$ox_2 = 22^\circ 41'$	$ox_3 = 23^\circ 35'$	$ox_4 = 27^\circ 59'$
$\text{—}$	$22^\circ 56'$	$23^\circ 23'$	$28^\circ 6'$
$22^\circ 22'$	$22^\circ 57'$	$23^\circ 30'$	$27^\circ 50'$
$22^\circ 22'$	$22^\circ 51'$	$23^\circ 29'$	$27^\circ 58'$

Von diesen Reflexen weicht  $z$  nur wenig von der Lage des Dodekaëders ab und es erscheint fraglich, ob bei dieser augenscheinlich verschleppten Fläche die Berechnung eines Zeichens einen Sinn hat. Am nächsten würde kommen (881). Für den Reflex  $z$  entspricht ziemlich genau (332), was angesichts der verwaschenen Natur dieses Reflexes Wunder nimmt. Für  $\xi_1$  und  $\xi_2$  ist die Berechnung eines Zeichens ebenfalls ohne besonderen Werth, da dieselben langgezogene Culminationen darstellen, die Messung somit nicht genau sein kann.  $\xi_2$  entspricht indess ziemlich genau dem Zeichen (10.7.7).

Ein besonderes Interesse erwecken die  $x$ -Reflexe; dieselben ersetzen augenscheinlich den einfachen  $x$ -Reflex der Fig. 5, welcher der Fläche (522) entsprach. Die Gruppe  $x_1$ — $x_3$  entspricht Vicinalflächen mit complicirtem Zeichen, die sich dem einfacheren Zeichen (733) nähern,  $x_4$  dagegen würde einigermaßen mit (11.4.4) stimmen, obwohl die bei einer steilen Fläche gewiss beträchtliche Schleppung auch an (311) zu denken erlauben würde.

Die berechneten Winkel sind:

$$\begin{aligned}
 111.881 &= 30^\circ 13' & 111.332 &= 10^\circ 1' & 111.1077 &= 11^\circ 25' \\
 111.733 &= 23^\circ 31' & 111.1144 &= 27^\circ 31' & (111.311 &= 29^\circ 30')
 \end{aligned}$$

Nach 15 Minuten dauernder Einwirkung zeigt das Lichtbild die Gestalt der Fig. 7; es zeigt sich namentlich im Centraltheil eine weitere Auflösung in getrennte Reflexe; die anderen lassen eine stärkere Verbreiterung quer auf die Zone erkennen, namentlich gilt dies von den  $d$ -Reflexen, welche eigentlich aus drei verschmolzenen Reflexen bestehen, von denen zwei ausserhalb der Zone liegen und Hexakisoktaëdern entsprechen.

Die gemessenen Winkel sind:

$$\begin{aligned}od &= 31^{\circ}57' & oz &= 7^{\circ}41' & o\zeta &= 1^{\circ}17' & o\xi &= 11^{\circ}18' \\ox_1 &= 23^{\circ}15' & ox_2 &= 27^{\circ}24'\end{aligned}$$

$d$  liegt dem wahren Ort der Dodekaëderfläche zu nahe, als dass die Berechnung eines Zeichens gestattet wäre;  $z$  entspricht der Fläche (443),  $\xi$  der einfachen Fläche (322),  $x_1$  sowie früher (733),  $x_2$  (11.4.4). Die berechneten Winkel sind:

$$111.443 = 7^{\circ}20' \quad 111.322 = 11^{\circ}25' \quad 111.733 = 23^{\circ}31' \quad 111.1144 = 27^{\circ}31'.$$

An Gelatineabgüssen bemerkt man auch hier durchwegs monosymmetrische Aetzfiguren, welche sich durch den blossen Anblick nicht von den früher beschriebenen unterscheiden. Es erschien mir nicht unwahrscheinlich, dass von dieser monosymmetrischen Ausbildung auch die Lage der Aetzflächen beeinflusst werde. Insbesondere schien es mir von Wichtigkeit, zu ermitteln, ob vielleicht die Gliederung der  $x$ -Reflexe, welche zwei scharf geschiedene Gruppen bilden, die nach entgegengesetzten Seiten von der ursprünglichen Lage von (522) abweichen, mit der monosymmetrischen Ausbildung der Aetzfigur zusammenhänge.

Um dies zu eruiren, war es nothwendig, sicherzustellen, von welchen Elementen der Aetzfigur die einzelnen Reflexe herstammen. Diese Untersuchung wurde an jenem Krystall durchgeführt, welcher das Lichtbild Fig. 6 lieferte.

Ich benützte hierzu ein Verfahren, welches mir bei der Untersuchung der Chlorbleikrystalle, die durch Aetzung auf Bleiglanz entstehen, gute Dienste geleistet. Der Grundgedanke besteht darin: Ist die geätzte Fläche senkrecht zur Mikroskopaxe befestigt, und fällt unter dem Winkel  $2\alpha$  mit der Mikroskopaxe ein Bündel Lichtstrahlen auf den Krystall, so können bei einer Drehung des Mikroskoptisches nur solche Flächen Licht reflectiren, welche unter dem Winkel  $\alpha$  gegen die geätzte Fläche geneigt sind. Man sieht diese Flächen glänzen, kann ihren Umriss erkennen, und so die Zusammengehörigkeit der einzelnen Elemente der Aetzfigur mit den Reflexen des Lichtbildes constatiren.

Zu diesem Ende wurde das Mikroskoprohr horizontal, der drehbare Tisch des Mikroskopes vertical gestellt (Verticalkreis). Die Aufstellung des Mikroskopes erfolgte auf einem um eine verticale Axe drehbaren Tischchen, dessen Drehung mit Hilfe eines möglichst centrisch

aufgeklebten Transporteurs und einer am Gestell angebrachten Marke auf circa  $1^\circ$  genau abgelesen werden konnte (Horizontalkreis).

Um die geätzte Oktaëderfläche senkrecht zur Mikroskopaxe zu justiren, diente folgendes Verfahren:

Mit etwas Klebwachs wurde der Krystall auf einer planparallelen Glasplatte so aufgeklebt, dass beim Spiegelnlassen der Centralreflex der Lichtfigur mit dem von der Glasplatte reflectirten Flammenbild zusammenfiel.

Das Glasplättchen wurde von elastischen Spangen an den Vertikalkreis angedrückt. Als Lichtquelle diente eine in einer Entfernung von 2 Metern aufgestellte kräftige Petroleumlampe.

Nun handelte es sich darum, den Winkel der einfallenden Strahlen mit der Mikroskopaxe zu bestimmen. Zu diesem Ende wurde der Horizontalkreis so lange gedreht, bis der Schatten des Mikroskopisches am schmalsten erschien und die Stellung des Horizontalkreises notirt. Bei dieser Stellung war dieser Winkel  $2\alpha = 90^\circ$ .

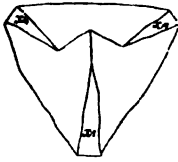
Da in dieser Stellung nur solche Flächen schimmern können, die einen Winkel  $\alpha = 45^\circ$  mit der Oktaëderfläche bilden, erschien der Krystall dunkel und blieb es bei einer Umdrehung des Vertikalkreises um  $360^\circ$ .

Wurde der Horizontalkreis in die Stellung  $2\alpha = 61^\circ$  gebracht, so erglänzten in 3 um  $120^\circ$  verschiedenen Stellungen des Vertikalkreises die Seitenflächen der Aetzfigur, welche den  $d$ -Reflexen entsprachen ( $od = 30^\circ 32'$ ,  $2 \times od = 61^\circ 4'$ ). In den um  $60^\circ$  verschiedenen Zwischenstellungen des letzteren erschien der Krystall dunkel.

Nun wurde bei einer solchen Zwischenstellung des Vertikalkreises der Horizontalkreis in die Stellung  $2\alpha = 56^\circ$  gebracht. Dabei mussten diejenigen Flächen glänzen, welche den Reflexen  $x_4$  der Figur entsprachen ( $ox_4 = 27^\circ 58'$ ,  $2 \times ox_4 = 55^\circ 56'$ ). Die schimmernden Flächen hatten die Gestalt sehr kleiner schmaler Dreiecke. Bei einer weiteren Drehung erlöschten die meisten dieser Dreiecke und bei einer Stellung  $2\alpha = 47^\circ$  erschienen in kleinerer Zahl ähnliche Dreiecke, welche die früheren an Grösse bei weitem übertrafen. Diese entsprachen somit den Reflexen  $x_1 - x_3$  der Figur 6 ( $ox_3 = 23^\circ 29'$ ,  $2 \times ox_3 = 46^\circ 58'$ ).

Schon aus der grösseren Ausdehnung der jetzt schimmernden Flächen konnte man schliessen, dass dies die einzelnen unpaarigen

Kantenabstumpfungen  $\alpha_1$  der Aetzfigur sind. (Vergl. die beistehende Figur). Man kann sich übrigens hievon direct überzeugen, wenn man



eine einzelne Aetzfigur während einer Umdrehung des Verticalkreises im Auge behält. Um die fixirte Aetzfigur in jenen Stellungen, wo keine Fläche Licht reflectirt, nicht zu verlieren, ist eine schwache Erhellung des Gesichtsfeldes durch eine in der Nähe aufgestellte Kerzenflamme von Vortheil.

Geht man von jener Stellung aus, wo die grössere Abstumpungsfläche glänzt, und dreht man den Verticalkreis um  $120^\circ$ , so bleibt die Aetzfigur zunächst dunkel; erst wenn man den Horizontalkreis in die Stellung  $2\alpha = 56^\circ$  zurückdreht, erglänzt die kleine Abstumpungsfläche  $\alpha_1$ . Bei dieser Stellung des Horizontalkreises erglänzt nun auch die zweite kleine Abstumpung, wenn der Verticalkreis um  $120^\circ$  weiter gedreht wird.

Als Resultat ergibt sich: die kleineren paarigen Kantenabstumpfungen sind steiler und entsprechen dem Reflex  $\alpha_4$ , die grösseren sind flacher und entsprechen den Reflexen  $\alpha_1 - \alpha_3$ .

Dieses Verhalten ist leicht verständlich, wenn man sich erinnert, dass die Vertiefung der Aetzfigur nicht normal zu  $o$ , sondern in einer gegen  $o$  schiefen Richtung fortschreitet.

Die Monosymmetrie der Aetzfiguren erstreckt sich also nicht nur auf die Ausdehnung, sondern auch auf die Lage der  $\alpha$ -Flächen. Für die  $d$ -Flächen konnte eine Verschiedenheit der Lage nicht constatirt werden. Es kann dies möglicherweise seinen Grund darin haben, dass die  $d$ -Flächen für so subtile Messungen zu stark gekrümmt sind, wie die breite Gestalt der  $d$ -Reflexe beweist, möglicherweise auch darin, dass sie als die Hauptätzflächen von den äusseren Störungen nicht so leicht alterirt werden, wie die  $\alpha$ -Flächen.

Von Bedeutung erscheint es, dass die Abweichungen in der Lage der  $\alpha$ -Flächen erst nach längerer Einwirkung zu Stande kommen, denn nach kurzer Einwirkung sind die  $\alpha$ -Reflexe noch ungegliedert.

Die Verschiedenheit der Lage der  $\alpha$ -Flächen kann somit ihren Grund nicht in einer nach einer Seite abweichenden Molecularstructur haben, sondern sie ist die Folge der verschiedenen Stellung der  $\alpha$ -Flächen in der monosymmetrischen Aetzfigur, in letzter Linie also

der verschiedenen Stellung der entstehenden  $\alpha$ -Flächen gegen die einseitige Richtung jener Störung (Canäle?), welcher die Aetzfigur ihre monosymmetrische Ausbildung verdankt.

Bei Temperaturen über  $140^\circ$  bewirkt Schwefelsäure keine regelmässige Aetzung. Die Fläche bedeckt sich mit eisblumenähnlichen Aetzriefen, welche wahrscheinlich durch Krystallisation von Eisensulfaten veranlasst werden, in ähnlicher Weise wie die Aetzriefen auf Bleiglanz durch Chlorbleikrystalle. Dieselben zeigen jedoch keine Regelmässigkeit.

### c) Salpetersäure.

Die Aetzung mit Salpetersäure erfolgt nur sehr langsam. Verdünnte Säure muss man 2—3 Stunden einwirken lassen, ehe ein Resultat merklich wird.

Die Aetzfiguren sind sehr klein, oft zu Reihen vereinigt; Fig. 8 zeigt dieselben nach einem Gelatineabguss. Neben solchen, die vollkommen trisymmetrisch sind, treten auch hier monosymmetrische auf. Im Allgemeinen gleichen sie mehr der Schwefelsäurefigur als der Salzsäurefigur.

Die geätzten Oktaëderflächen geben einen merkbaren, aber schwachen Schimmer in der Richtung der Dodekaëderflächen, dagegen ist von den Abstumpfungen der Kanten kein Schimmer zu bemerken. Die Figuren sind hierfür zu klein.

### d) Saures schwefelsaures Kalium

wurde ebenfalls als Aetzmittel in Anwendung gebracht. Die Aetzung erfordert hierbei besondere Vorsicht, da eine deutliche Einwirkung nur nach sehr kurzer Aetzdauer zu bemerken ist. Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Das Salz wurde im Platintiegel zum Schmelzen erhitzt und sodann nach Mässigung der Flamme der Krystall mit einem Platinkörbchen eingeführt. Nach einer halben Minute war noch keine deutliche Einwirkung zu bemerken. Nach  $1\frac{1}{2}$  Minuten war die Einwirkung deutlich. Bei weiter fortgesetzter Aetzung zeigte sich der Krystall unregelmässig angegriffen.

Gelungene Präparate bieten ein eigenthümliches Aussehen dar. Die Oktaëderflächen erscheinen matt und senden in der Richtung der Dodekaëderflächen einen sehr unbestimmten Schimmer aus. Je zwei in einer Kante zusammenstossende Oktaëderflächen erglänzen gleichzeitig.

Justirt man den Krystall am Goniometer so, dass eine Oktaëderfläche dem Limbus parallel, so erscheint der Krystall bei einer vollen Umdrehung sechsmal hell. Für genaue Messung war dieser Schimmer nicht tauglich.

Sehr eigenthümlich ist das Aussehen der geätzten Fläche unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht. In drei um  $120^\circ$  verschiedenen Stellungen sieht man auf der Fläche Schaaren paralleler Linien erglänzen, die den Oktaëderkanten parallel gehen. Dieselben bilden eine moiréartige Zeichnung, indem hellere und dunklere Felder abwechseln, deren Vertheilung in jeder Stellung eine andere ist.

Der Gelatineabdruck zeigt ein schwer zu beschreibendes Aussehen, von dem Fig. 10 eine Vorstellung zu geben sucht.

Das Verhalten wird verständlich, wenn man sich das Aussehen der kurze Zeit mit Schwefelsäure im Wasserbade geätzten Oktaëderfläche in's Gedächtnis ruft (vergl. Fig. 3). Offenbar sind es auch hier dreiseitige Grübchen, von Dodekaëderflächen gebildet, die zu parallelen Reihen zusammentreten und dadurch jene glänzenden Linien bilden.

### Dodekaëderfläche.

Zur Untersuchung der Dodekaëderfläche dienten Dodekaëder von Morawitza, mit sehr feiner Streifung parallel den Oktaëderflächen. Schöne Dodekaëder von Nordmarken gaben kein Resultat: die Fläche blieb scheinbar unverändert. Angeschliffene Dodekaëderflächen der Krystalle von Pfitsch lieferten gute Präparate.

#### a) Salzsäure.

Die Aetzung mit Salzsäure geschah in ähnlicher Weise wie bei der Oktaëderfläche. Die feingestreiften Dodekaëder von Morawitza zeigten nach der Aetzung die Streifung deutlicher. Ein Gelatinepräparat zeigt Fig. 13. Man sieht an demselben ausser den häufig etwas gebogenen flachen Riefen tief eingesenkte Aetzfiguren, welche von den benachbarten 4 Dodekaëder- und 2 Oktaëderflächen in wechselnder Ausdehnung gebildet werden.

Diese Aetzgrübchen treten in geringer Zahl auf und sind zu klein, als dass sie sich im Lichtbild geltend machen könnten, doch kann man sich überzeugen, dass dieselben als feine Lichtpunkten mit den benachbarten 4 Dodekaëderflächen und 2 Oktaëder-

flächen schimmern. Im Lichtbild sind daher nur die Riefen durch Reflexe vertreten; der Centralreflex bleibt in der Regel erhalten. Den Riefen entsprechen 2 senkrecht zur Aetzzone verbreiterte Reflexe, welche manchmal gegliedert erscheinen.

Fig. 15 zeigt das Lichtbild einer 5 Minuten in 20procentiger Säure geätzten Dodekaëderfläche.

$$\begin{array}{r} dz_1 = 14^\circ 6' \\ dz_2 = 13^\circ 37' \\ \hline 13^\circ 52' \end{array}$$

Dies entspricht ungefähr der Fläche (331), welche den Winkel

$$101.313 = 13^\circ 15' 50''$$

fordert.

Auf einer zweiten Fläche desselben Krystalls sind die  $z$ -Reflexe gegliedert, die Messung ergibt:

$$\begin{array}{r} dz_1 = 16^\circ 3' \quad dz'_1 = 7^\circ 42' \\ dz_2 = 15^\circ 25' \quad dz'_2 = 6^\circ 39' \\ \hline dz = 15^\circ 44' \quad dz' = 7^\circ 10' \end{array}$$

Dier erste Fläche  $z$  entspricht (552), die zweite ungefähr (11 11 2), welche verlangen

$$101.525 = 15^\circ 47' \quad 101.11211 = 7^\circ 19'.$$

Magnetit von Pfitsch, welcher mit angeschliffenen Dodekaëderflächen versehen war, zeigte die Aetzgrübchen in überwiegender Menge. Durch ähnliche Versuche, wie sie bei der Deutung der Schwefelsäurefigur auf  $\sigma$  angestellt wurden, konnte ich constatiren, dass sich an der Begrenzung derselben die benachbarten Oktaëderflächen betheiligen, dass ferner auch jene Abstumpfungen, welche in der Lichtfigur des Oktaëders den Reflex  $x$  bilden, auftreten, ohne jedoch an den Gelatineabdrücken das Auftreten dieser stets sehr klein ausgebildeten Abstumpfungen nachweisen zu können.

Die einzelnen Aetzgrübchen zeigen hier in Folge ungleicher Ausdehnung der begrenzenden Flächen fast alle auffallende Abweichungen von der Symmetrie. Fig. 14 gibt hiervon eine Vorstellung.

Im Lichtbild ist hier der Centralreflex undeutlich. Die beiden  $z$ -Reflexe bilden folgenden Winkel:

$$z_1 z_2 = 15^\circ 43' \text{ hieraus } dz = 7^\circ 51' 5''$$



Die Messung des Lichtbildes einer Oktaëderfläche desselben Krystalles lieferte folgende Werthe:

$$ox = 27^{\circ} 22' \quad ox = 11^{\circ} 53'$$

Für die Fläche  $z$  ergibt sich das Zeichen (551), welches verlangt:

$$515.101 = 8^{\circ} 3' \quad 515.111 = 27^{\circ} 13'.$$

$x$  ist die schon bekannte sich (332) nähernde Fläche.

Die Riefen des Dodekaëders werden somit von denselben Flächen gebildet, wie die Aetzgrübchen auf den Oktaëderflächen.

#### b) Schwefelsäure.

Schwefelsäure bewirkt auf den Dodekaëderflächen keine so deutlichen Erscheinungen. Krystalle von Morawitza zeigten eine nicht sehr deutliche Riefung, ähnlich wie bei der Aetzung mit Salzsäure. Von den tieferen Aetzgrübchen ist gar nichts zu bemerken. Das Lichtbild sieht ähnlich aus wie bei der Aetzung mit Salzsäure. Der Centralreflex ist jedoch sehr unbestimmt. Die beiden  $z$ -Reflexe stehen um  $9^{\circ} 40'$  von einander ab, daher  $dz = 4^{\circ} 50'$  ungefähr der Fläche (881) entsprechend, welche verlangt:

$$101.818 = 5^{\circ} 3'.$$

Es sind dies abermals Flächen derselben Lage, wie sie bei länger dauernder Aetzung auf den Oktaëderflächen entstehen.

Angeschliffene Dodekaëderflächen an den Oktaëdern von Pfisch zeigten häufiger Aetzgrübchen, welche im Wesentlichen den Salzsäurefiguren gleichen, nur kleiner und minder vollkommen sind.

#### Würfelfläche.

Natürliche Würfelflächen sind am Magnetit selten. Die Krystalle von Nordmarken zeigen kleine Würfelflächen, welche zwar zu genaueren Untersuchungen nicht tauglich waren; doch konnte beobachtet werden, dass die Würfelflächen bei beginnender Aetzung sehr bald matt werden, während auf den Oktaëder- und Dodekaëderflächen noch keine Spur von Aetzung zu bemerken ist.

Deutlichere Erscheinungen lieferten angeschliffene Würfelflächen des Magnetit von Pfisch.

#### a) Salzsäure.

Sorgt man dafür, dass beim Anschleifen der Würfelfläche von den umgebenden Oktaëderflächen noch etwas erhalten bleibt, so

beobachtet man nach erfolgter Aetzung, dass die Würfelfläche ganz matt, die Oktaëderflächen glänzend erscheinen. Es tritt aber deutlicher Schimmer auf der Würfelfläche auf, wenn die Aetzfiguren auf der Oktaëderfläche Licht reflectiren. Nebstdem tritt auch noch ein Glänzen einzelner Punkte auf, wenn die Oktaëderflächen selbst Licht reflectiren. Schon aus dieser Beobachtung ergibt sich, dass auch auf den Würfelflächen dieselben Flächen als Aetzflächen auftreten wie auf den Oktaëder- und Dodekaëderflächen.

Berücksichtigt man die grosse Aehnlichkeit dieser Verhältnisse mit dem Verhalten des Bleiglanz, so liess sich wohl erwarten, dass auf der Würfelfläche des Magnetit Aetzhügel auftreten werden. Dies ist es auch in der That, was die Beobachtung ergibt.

Fig. 16 zeigt das Aussehen eines kleinen Theiles der Würfelfläche nach der Aetzung mit Salzsäure. Man sieht die dicht gedrängten sehr kleinen Aetzhügel, dazwischen grössere, ziemlich unregelmässig gestaltete Grübchen, welche den in der Oktaëderrichtung schimmernden Punkten entsprechen. Ich bin geneigt, diese letzteren nur für ausgeteitete Vertiefungen zu halten, die durch das Schleifen entstanden waren.

Das Lichtbild der Würfelfläche zeigt zunächst das Charakteristische, dass der Centralreflex sich sehr bald völlig verliert. Statt dessen treten Reflexe in der Lage der Dodekaëderflächen auf.

Bei schwacher Aetzung, namentlich bei Aetzung im Wasserbade sind diese Reflexe verschwommen, aber einfach (vergl. Fig. 17). Bei intensiverer Aetzung werden sie präziser, theilen sich in der Richtung der Triakisoktaëderzone in zwei getrennte Reflexe, welche durch Schleppung der Würfelfläche genähert werden. Ein in siedender 20-procentiger Salzsäure durch 10 Minuten geätzter Krystall zeigte das in Fig. 18 dargestellte Lichtbild, welches auch den Zusammenhang mit der Lichtfigur der Oktaëderfläche erkennen lässt. Die Lichtfigur wurde nach folgenden Messungen eingezeichnet:

I.	II.	III.
$w_1 w_3 = 11^\circ 27'$	$w_3 w_5 = 43^\circ 31'$	$w_1 w_4 = 60^\circ 29'$
$w_3 w_4 = 12^\circ 8'$	$w_4 w_6 = 42^\circ 24'$	$w_3 w_6 = 60^\circ 34'$
$w_5 w_6 = 11^\circ 54'$	$w_6 w_7 = 40^\circ 46'$	$w_5 w_8 = 60^\circ 34'$
$w_7 w_8 = 12^\circ 10'$	$w_8 w_1 = 41^\circ 29'$	$w_7 w_2 = - -$
<hr/> 11° 52'	<hr/> 42° 2'	<hr/> 60° 32'

Die in Columnne I und III aufgeführten Winkel sind die genaueren. Aus diesen wurde die Position der Aetzflächen bestimmt. Dieselbe lässt sich annähernd durch das Zeichen (861)<sup>1)</sup> wiedergeben, für welches die oben genannten Winkel sich zu  $11^{\circ} 25'$ ,  $41^{\circ} 11'$ ,  $59^{\circ} 1'$  berechnen.

Die Figur zeigt ausser dem Lichtbild der Hexaëderfläche auch noch das der Oktaëderflächen, von welchem in diesem Falle nur die  $z$ -Flächen gemessen wurden:

$$oz = 24^{\circ} 36'.$$

Wird die Aetzung noch länger fortgesetzt, so nähern sich die Reflexe  $w$  durch Schleppung noch mehr dem Würfel, bleiben aber immer in dem durch Fig. 18 angedeuteten Zusammenhang mit den  $z$ -Reflexen der Oktaëderfläche, welche sich gleichzeitig immer mehr senkrecht zur Aetzzone verbreitern.

#### b) Schwefelsäure.

Die Aetzung mit Schwefelsäure ergibt im Wesentlichen ein ähnliches Resultat, wiewohl mit charakteristischen Abweichungen.

Die Aetzhügel sind hier häufig abgestumpft, entweder durch eine der geätzten Fläche parallele (vergl. Fig. 19) oder auch durch vier Flächen eines stumpfen Tetrakisheptaëders.

Im Lichtbild hält sich längere Zeit ein verwaschener Centralreflex, der aber bei lange Zeit fortgesetzter Aetzung auch verschwindet.

Am deutlichsten treten vier helle Reflexe hervor, welche den Dodekaëderflächen entsprechen, etwas in der Richtung der Aetzzone verbreitert sind und durch Schleppung etwas gegen die Würfelfläche verschoben erscheinen.

Eine Zertheilung in zwei getrennte Reflexe wie bei der Salzsäure wurde nicht beobachtet. Dagegen gehen von diesen Reflexen gegen die Würfelfläche gerichtete lichtschwache Arme aus, welche bisweilen noch eine nicht sehr präzise Culmination erkennen lassen. Diese Arme treten namentlich dann deutlich hervor, wenn der Centralreflex schon verschwunden ist und entsprechen den Abstumpfungen der Aetzhügel durch Tetrakisheptaëderflächen.

Die Messung ergab in einem Falle nach 15 Minuten dauernder Aetzung im Wasserbad (Fig. 20):

$$hd = 40^{\circ} 31' \quad ht = 17^{\circ} 15'.$$

<sup>1)</sup> Selbstverständlich hat dieses Zeichen nur den Werth eines Rechenbehelfes; die unmittelbar aus der Rechnung abgeleiteten Zahlen lauten 1.29, 1, 0.17.

In einem zweiten Falle nach 30 Minuten dauernder Aetzung im Wasserbad

$$hd = 41^{\circ} 40' \quad ht_1 = 24^{\circ} 28' \quad ht_2 = 15^{\circ} 54'$$

Die Culmination  $t_2$  war nur in einem Strahl so deutlich, dass sie gemessen werden konnte.

Ein dritter Krystall, welcher 15 Minuten bei  $125^{\circ}$  C. geätzt worden war, liess keinen Centralreflex mehr erkennen, das Mittel der Messungen ergab:

$$dd = 77^{\circ} 4' \text{ hieraus } hd = 38^{\circ} 32' \\ tt = 37^{\circ} 47' \quad \text{„} \quad ht = 18^{\circ} 53'$$

Während man die Werthe für  $d$  auf durch Schleppung modificirte Dodekaëderflächen beziehen kann, nähern sich die Werthe für die  $t$  in bemerkenswerther Weise den einfachsten Tetrakishehexaëdern (210) und (310).

Es ist nämlich:

$$100.210 = 26^{\circ} 34' \\ 100.310 = 18^{\circ} 26'.$$

Ausser den geschilderten Aetzversuchen an Krystallen von Pfisch und Morawitza wurden noch andere Magnetitvorkommen geprüft. Im Wesentlichen zeigte sich Uebereinstimmung, in untergeordneten Details dagegen manche Verschiedenheit.

Die Resultate der Aetzung sollen im Folgenden kurz mitgetheilt werden.

Krystalle von Gora Blagodat, die ich der Güte des Herrn Hofrath Tschermak verdanke, zeigten mit den Pfitscher Krystallen grosse Uebereinstimmung.

Die Krystalle sind auf derbeim Magnetit aufgewachsen und zeigen das Oktaëder in Combination mit dem Hexakistetraëder (321).

Bei Aetzung mit verdünnter Schwefelsäure, bei  $125^{\circ}$  C., waren die Krystalle sehr bald dicht mit kleinen Aetzfiguren bedeckt.

Die Aetzung wurde daher schon nach zwei Minuten unterbrochen. Das Lichtbild ähnelt sehr dem der Pfitscher Krystalle, nur fehlen die eigenthümlichen  $\zeta$ -Reflexe, der Centralreflex war fast unverändert.

Die Messung ergab im Mittel:

$$od = 33^{\circ} 25' \quad ox = 29^{\circ} 5'.$$

Die  $x$ -Flächen sind also hier merklich steiler als bei den Pfitscher Krystallen und entsprechen ziemlich genau der Fläche (311):  
 $111.311 = 29^\circ 30'$ .

Die Reflexe  $d$  waren nicht besonders deutlich. Gelatinabdrücke zeigen eine vollkommen trisymmetrische Gestalt der Aetzgrübchen (vergl. Fig. 9).

Aetzversuche mit Salzsäure gaben ebenfalls ganz ähnliche Resultate wie die Pfitscher Krystalle.

Krystalle von Minas geraes, Brasilien, rundum ausgebildete Oktaëder von lebhaftem Metallglanz, ebenfalls aus dem mineralogischen Institute der Wiener Universität, zeigten ein sehr eigenthümliches Verhalten gegen verdünnte Salzsäure. Die Oberfläche wurde matt und färbte sich mehr und mehr kirschroth. Es wurde somit nur Eisenoxydul gelöst, Eisenoxyd ausgeschieden. Erst bei Anwendung concentrirter Salzsäure (20 Procent und höher) konnte eine Aetzung erzielt werden. Die Aetzfiguren werden sehr klein, stehen dicht beisammen und die geätzte Fläche gibt ein Lichtbild ähnlich dem der Pfitscher Krystalle.

Schwefelsäure wirkt so wie verdünnte Salzsäure. Es ist mir nicht gelungen, deutliche Aetzfiguren zu erzielen.

Sehr eigenthümlich und von dem Verhalten der Pfitscher Krystalle abweichend sind die Aetzerscheinungen bei aufgewachsenen Oktaëdern aus dem Binnenthal in der Schweiz.

Diese Krystalle widerstehen der Aetzung sehr hartnäckig. In verdünnter Schwefelsäure im Wasserbade bleibt der grösste Theil der Fläche intact, nur die Mitte der Fläche, wo meist von vorneherein kleine Unebenheiten zu bemerken sind, wird matt. Die Untersuchung eines Gelatinabdruckes ergibt, dass in sehr grosser Zahl kleine sechseckige flache Grübchen entstanden sind. In der Mitte des matten Fleckes stehen sie dicht gedrängt, weiterhin zerstreut. Ihre Form zeigt Fig. 11. Ausserst selten, nur drei bis vier auf der ganzen geätzten Fläche, erscheinen tiefere Aetzgrübchen, welche denen der Pfitscher Krystalle gleichen (Fig. 11, links).

Das Lichtbild zeigt Fig. 12, wie es nach 40 Minuten dauernder Aetzung in Schwefelsäure erscheint.

$$o x_1 = 12^\circ 40' \quad o x_2 = 8^\circ 20' \quad o z = 12^\circ 49'$$

Der Reflex  $x_2$  war übrigens nur in einem Strahl so deutlich, dass eine Messung vorgenommen werden konnte.

Die Kanten des Oktaëders waren durch schmale, aber glänzende Flächen abgestumpft, welche ziemlich scharfe Reflexe, ähnlich wie Fig. 15, gaben, nur liegen hier die seitlichen Reflexe viel näher an  $d$ .

Im Mittel ergab die Messung:

$$d z_1 = 3^\circ 43'.$$

Mit diesen Abstumpfungen schimmern gleichzeitig auch die Seitenflächen der sparsam vorhandenen tieferen Aetzfiguren.

Wollte man aus den angeführten Messungen Zeichen für die Aetzflächen berechnen, so würde  $x_1$  ungefähr (533),  $x_2 = (433)$ ,  $z = (774)$ ,  $z_1 = (11\ 11\ 1)$  entsprechen:

$$111.533 = 13^\circ 25' \quad 111.433 = 8^\circ 2' \quad 111.774 = 13^\circ 16'$$

$$110.11\ 11\ 1 = 3^\circ 41'$$

Die Uebereinstimmung ist übrigens keineswegs besonders befriedigend.

Dieselben Krystalle, 5 Minuten bei  $125^\circ$  C. mit verdünnter Schwefelsäure geätzt, zeigen eine ganz unregelmässig angegriffene Oberfläche.

Salzsäure wirkt ebenfalls nur bei der Temperatur des Wasserbades regelmässig ein. Aetzfiguren und Lichtbild sind ganz ähnlich wie bei der Schwefelsäureätzung, nur ist Alles verschwommen.

Bei höherer Temperatur erhält der Krystall alsbald eine gerundete, „geflossen“ aussehende Oberfläche.

Die schön früher erwähnten prachtvollen Krystalle von Nordmarken, aufgewachsen auf feinkörnigem Magnetit, verhielten sich in Bezug auf Aetzung ähnlich den Krystallen von Binnenthal. An diesen Krystallen ist die herrschende Form das Dodekaëder, in Combination mit dem Oktaëder, nach dem es treppenförmig sehr fein gestreift ist. Ferner zeigen viele Krystalle den Würfel und Flächen der Form (311).

Auf den Dodekaëderflächen fand ich nie auch nur eine Spur von Aetzfiguren; dieselben blieben stets ganz glatt. Auf den Oktaëderflächen entstehen ähnliche flache sechsseitige Grübchen, wie beim Magnetit von Binnenthal. Die kleinen Würfelflächen werden sehr bald matt; deutlichere Erscheinungen konnte ich nicht hervorufen.

## II. Aetzversuche an Franklinit, Spinell, Linnéit.

Es schien mir nicht unwichtig, auch die natürlichen Verwandten des Magnetit in Bezug auf Aetzbarkeit zu untersuchen. Die wichtigsten Resultate sind im Folgenden niedergelegt und zeigen, dass Franklinit, Spinell, Pleonast, Linnéit im Wesentlichen übereinstimmen.

### Franklinit.

Oktaëder des Franklinit von Sparta, New-Jersey, wurden untersucht.

Ein Krystall 30 Minuten in 17·5procentiger Salzsäure bei Siedetemperatur geätzt, war bedeckt mit sehr kleinen, dreiseitigen Aetzfiguren. Dieselben sind orientirt wie die Aetzfiguren des Magnetit. Viele der vertieften Dreiecke sind durch eine breite *o*-Fläche abgestumpft. Das Lichtbild besteht aus drei verwaschenen Strahlen, welche je zwei benachbarte *o*-Flächen verbinden, ohne deutliche Culminationen zu zeigen.

Ein anderer Krystall wurde in Schwefelsäure im Wasserbade durch 30 Minuten geätzt. Die Aetzfiguren sind etwas weniger deutlich als bei Anwendung der Salzsäure, aber sonst gleich gestaltet. Die geätzten Flächen geben in der Richtung der Dodekaëderflächen einen ganz schwachen Schimmer.

Somit verhält sich der Franklinit im Wesen dem Magnetit sehr ähnlich; Haupt-Aetzzone ist die Zone der Triakisoktaëder.

### Spinell.

Auch Spinell wurde in den Kreis der Untersuchung gezogen. Die Resultate der Aetzung zeigten im Wesentlichen Uebereinstimmung mit dem Magnetit.

Als Material dienten mir Oktaëder von rother Farbe aus Ceylon, sodann schwarze Oktaëder des Pleonast aus dem Fassathale in Südtirol.

Da Säuren nicht einwirkten, musste saures schwefelsaures Kali angewandt werden. Die Aetzdauer betrug nur einige Minuten. Die Krystalle werden dabei matt und sind mit sehr kleinen, nicht sonderlich scharfen dreiseitigen Aetzfiguren bedeckt, welche gerade

so orientirt sind, wie die Aetzfiguren des Magnetit. Dieselben sind zu klein, um ein deutliches Lichtbild hervorzurufen.

Ich machte am edlen Spinell auch einen Versuch mit schmelzendem Aetzkali; das Resultat war ähnlich. Die Aetzdauer betrug nur wenige Secunden. Die Aetzfiguren hatten dieselbe Gestalt und Orientirung wie früher, waren aber deutlicher. Ein Lichtbild wurde auch hierbei nicht erzielt, die Bestimmung der genauen Lage der Seitenflächen der Aetzfigur musste daher unterbleiben. Doch schien es mir, als ob die Aetzflächen bedeutend weniger steil liegen würden als beim Magnetit. Das Aussehen der Aetzfiguren erinnert eher an die flachen Aetzgrübchen der Alaune.

### Linnéit.

Es ist mehrfach darauf hingewiesen worden, dass der Kobalt-nickelkies oder Linnéit sich von den anderen tesserale Kiesen, die sämtlich pyritoëdrisch krystallisiren, verschieden verhalte, dass er in Krystallform, häufigen Combinationen, Zwillingbildung eine grosse Verwandtschaft mit dem Magnetit bekunde, und dass diese Verwandtschaft sich auch in der chemischen Formel dadurch kundgebe, dass das Verhältnis der Metall- und Metalloidatome in beiden Mineralen 3:4 sei. Dies war Grund genug, auch den Linnéit auf seine Aetzfiguren zu prüfen. Derselbe wurde schon von Baumhauer untersucht.<sup>1)</sup>

Baumhauer ätzte mit warmer rauchender Salpetersäure und, erhielt auf den Oktaëderflächen dreiseitige kleine Vertiefungen hervorgebracht durch  $\infty O$  oder  $m O$ .

Dasselbe beobachtete ich bei Aetzung mit heisser Salzsäure, der einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt waren.

Fig. 21 a zeigt die sehr kleinen Aetzfiguren nach einem Gelatineabdruck. Ein deutliches Lichtbild war nicht zu sehen, aber die Krystalle zeigten den bekannten Schimmer in der Richtung der Dodekaëderfläche.

Dadurch ist also bewiesen, dass in der That der Linnéit sich auch in Bezug auf Aetzung durch Säuren so verhält, wie der Magnetit.

---

<sup>1)</sup> Sitzungsber. d. Münchener Akad. 1874.



Ganz anders ist der Erfolg, wenn man Linnéit-Krystalle mit Kalihydrat ätzt. Zuerst wurde ein Versuch mit schmelzendem Kalihydrat gemacht; die Einwirkung war jedoch so zu heftig.

Dann wurde concentrirte Kalilauge angewendet. Diese wirkte anfangs gar nicht ein. Erst als sich eine Krystallhaut auf der Flüssigkeit zu bilden begann, zeigte sich eine Einwirkung.

Der Krystall wurde nach ungefähr 1 Stunde herausgenommen. Er war bedeckt von einer schwarzbraunen Hülle, welche sich durch verdünnte Salzsäure leicht entfernen liess. Darunter zeigte sich die Oktaëderfläche mit prachtvollen dreiseitigen Aetzfiguren bedeckt. Dieselben waren viel grösser als die Säurefiguren und, wie Fig. 21 c zeigt, in der verwendeten Stellung.

Die geätzte Fläche gab ein dreistrahliges Lichtbild, die Strahlen entsprechen der Ikositetraëderzone. In der Richtung der Würfelflächen zeigt sich ein deutlicher Schimmer auf allen vier benachbarten Oktaëderflächen.

Die benützten Krystalle (von Müsen) erlaubten leider keine genauere Untersuchung der stets sehr kleinen Würfelflächen.

Diese auffallende Veränderung des Erfolges der Aetzung bei Anwendung eines Aetzmittels, welches zu dem Schwefel eine stärkere Verwandtschaft hat, daher diesen zunächst angreift, war von mir schon früher bei Zinkblende und Bleiglanz beobachtet worden.

Aetzt man Zinkblende mit alkalischen Aetzmitteln, so sind die Zonen zwischen beiden Tetraëdern und dem Dodekaëder Hauptätz-zonen; auf der negativen Tetraëderfläche entstehen dreiseitige Aetzgrübchen von derselben Form, wie sie Bleiglanz bei Aetzung mit Säuren darbietet. Auf der positiven Tetraëderfläche entstehen ähnliche, aber tiefere Aetzfiguren in dichter Anordnung, deren Kanten durch gekrümmte Flächen abgestumpft werden, welche positiven Triakistetraëdern entsprechen. Auf der Dodekaëderfläche entstehen Aetzhügel, zum Theil auch, namentlich bei Aetzung mit Aetzkali, Aetzgrübchen, auf den Würfelflächen undeutliche Aetzhügel.

Ebenso zeigt der Bleiglanz bei Aetzung mit Aetzkali eine vollständige Aenderung aller Verhältnisse. Die Würfelflächen bedecken sich mit Aetzgrübchen, welche sich von den bekannten Aetzgrübchen des Steinsalzes nur durch grössere Tiefe unterscheiden. Auf den Oktaëderflächen entstehen dagegen Aetzhügel von dreiseitiger Gestalt. Hauptätzzone ist somit die Zone der Tetrakishexaëder.

Auch der Pyrit verhält sich ähnlich. Mit Säuren gibt er Aetzfiguren, von Pyritöderflächen gebildet. Bei Aetzung mit Aetzkali scheinen die Oktaëderflächen die Hauptätzflächen zu sein.

Uebrigens zeigen manche Pyrite, ebenso Glanzkobalt bei Aetzung mit Säuren sehr merkwürdige Erscheinungen, die fast auf Mimesie und complicirte Zwillingsbildung hinzuweisen scheinen.

Da diese zum Theil sehr verwickelten Erscheinungen noch nicht genügend studirt sind, beschränke ich mich auf diese vorläufigen Angaben. In einer späteren Arbeit werde ich dieselben in extenso behandeln und dabei auch auf die sehr wichtigen und interessanten Folgerungen eingehen, welche sich an die angedeuteten Erscheinungen knüpfen lassen.

Auf einen Punkt soll aber schon hier etwas näher eingegangen werden, auf die Frage nämlich, warum Aetzkali bei anderen Gliedern der Magnetitgruppe keine solche Aenderung im Resultat der Aetzung bewirkte. Magnetit selbst wird von Aetzkali überhaupt nicht regelmässig angegriffen. Es entsteht nur eine braune Anlauffarbe an der Oberfläche, aber keine Aetzfiguren.

Spinell wird deutlich geätzt, aber der Erfolg ist derselbe wie bei der Aetzung mit Säure. Dies zu verstehen ist nicht schwer, wenn man sich erinnert, dass ja das Aetzkali mit der Thonerde des Spinells geradeso eine salzartige Verbindung eingeht, wie die Schwefelsäure des sauren schwefelsauren Kaliums. Es ist also in beiden Fällen das Aluminiumatom, auf welches es ankommt, während die Sauerstoffatome eine unbedeutende Nebenrolle spielen.

Wollte man bei einem der Minerale der Spinell- oder Magnetitgruppe eine ähnliche Wirkung erzielen, wie sie der Linnéit bei der Aetzung mit Kalihydrat zeigt, so müsste man ein Aetzmittel anwenden, welches das Magnetit- oder Spinellmolekül — *sit venia verbo* — von der Sauerstoffseite angreift, also ein kräftiges Reductionsmittel. Freilich besitzen wir kein solches, welches gleichzeitig das entstehende Metall entfernen würde.

### III. Die primären Aetzflächen sind Flächen grössten Lösungswiderstandes.

Es schien mir von besonderer Wichtigkeit für die weiteren Auseinandersetzungen den Nachweis dafür zu führen, dass die Flächen der Aetzzone in der That die Flächen grössten Lösungswiderstandes seien.

Ich habe dies ursprünglich aus dem Verhalten der Zinkblende, und zwar aus beiläufig gemachten Beobachtungen, geschlossen. Es zeigte sich nämlich, dass Zwillingslamellen, die mit einer negativen Tetraëderfläche in einer positiven Tetraëder- oder Würfelfläche endigten, nach der Aetzung als tiefe Rinnen erschienen, während umgekehrt Zwillingslamellen, die mit einer positiven Tetraëder- oder Würfelfläche endigten, mauerartig über die Umgebung hervorragten, wenn diese aus einer negativen Tetraëderfläche bestand.

Da bei der Zinkblende die Hauptätzzone  $\alpha$  (111) (100) ist, schloss ich, dass die Flächen der Ätzzone der Lösung einen grösseren Widerstand entgegensetzen, als die ausserhalb liegenden, und definirte geradezu die Ätzzone als die Zone der Flächen mit grösstem Lösungswiderstand.

Ich suchte demnach den Nachweis zu führen, dass sich tatsächlich auch von den Oktaëder- und Dodekaëderflächen des Magnetit, als den Flächen der Ätzzone unter gleichen Umständen weniger löst als von den Würfelflächen.

Die verlässlichste Methode wäre wohl die folgende gewesen: Man bestimmt durch Messung die Oberfläche eines Magnetitoktaëders, lässt auf dasselbe Säure von bestimmter Concentration durch eine gewisse Zeit bei gemessener Temperatur einwirken und bestimmt den Gewichtsverlust. Der Gewichtsverlust, durch die Zahl der Quadratmillimeter dividirt, gibt an, wie viel Magnetit sich unter den gegebenen Umständen auf einer Oktaëderfläche von 1 Quadratmillimeter löst.

Sodann wiederholt man das Experiment an einer Platte parallel der Würfelfläche und an einer Platte parallel der Dodekaëderfläche. Die Oktaëderflächen, welche als Seitenflächen der Platten auftreten, können leicht in Rechnung gezogen werden.

So erhält man dann eine Zahl, welche angibt, wie viel sich unter den gleichen Umständen auf einer Würfelfläche und auf einer Dodekaëderfläche von 1 Quadratmillimeter löst.

Leider ist diese Methode bei meinem Material nicht anwendbar, da dasselbe von Sprüngen stark durchzogen ist. Diese bewirken aber, dass die Säure nicht nur von der Oberfläche, sondern auch längs der Sprünge im Innern angreift. Dadurch kommt ein Fehler in die Beobachtung, dessen Grösse sich jeder Beurtheilung entzieht.

Ich musste daher auf eine andere Methode sinnen. Zunächst versuchte ich die Dicke jener Schichte zu bestimmen, die sich in gleicher Zeit unter gleichen Umständen auf den verschiedenen Krystallflächen löst.

Zu diesem Zwecke wurden an einen Krystall ein Paar paralleler Würfelflächen und ein Paar paralleler Dodekaëderflächen angeschliffen. Da ferner die natürlichen Oktaëderflächen nicht eben und glatt genug waren, wurden auch zwei Paare paralleler Oktaëderflächen eben abgeschliffen. Die möglichst parallele Lage wurde den Flächen mittelst der bekannten kleinen von Fuess<sup>1)</sup> construirten Schleifvorrichtung gegeben.

Sodann wurde die Dicke des Krystalls zwischen diesen parallelen Flächenpaaren vor und nach der Aetzung bestimmt. Hierzu verwendete ich, da mir ein Sphärometer in Czernowitz nicht zur Verfügung stand, ein Reichert'sches Mikroskop, dessen Mikrometerschraube einen in 100 Theile getheilten Kopf besitzt; die Höhe eines Schraubenganges beträgt 0.25 Millimeter. Somit lassen sich Dicken bis auf ungefähr 0.0025 Millimeter messen. Ich versuchte zuerst die Dicke der Krystalle durch Einstellung des Mikroskopes auf die Oberfläche zu bestimmen. Allein dies erwies sich als unthunlich. Erstens wurde die ebene Oberfläche in Folge der Aetzung uneben und für die Einstellung verblieb ein zu grosser Spielraum. Zweitens besitzt mein Auge eine sehr grosse Fähigkeit, sich zu accommodiren, so dass bei wiederholter Einstellung bedeutende Abweichungen bis zu 15 Theilen des Schraubenkopfes vorkamen.

Ich musste daher einen anderen Ausweg ersinnen. Zum Glück ist der mittelst der Mikrometerschraube verschiebbare Theil des Mikroskopstatives unten eben abgeschliffen und ebenso der Theil des Tisches, auf welchem jener aufruhet, wenn der Tubus soweit als möglich mit der Mikrometerschraube herabbewegt wird.

Zwischen diese zwei ebenen Flächen brachte ich den zu messenden Krystall und senkte den oberen Theil mittelst der Mikrometerschraube bis zur Berührung. Nach einiger Uebung brachte ich es dahin, dass wiederholte Einstellungen nicht um mehr als 2 Theilstriche variirten.

Da es sich nicht um die absolute Bestimmung der Dicke handelte, sondern um die Abnahme derselben nach der Aetzung, wurde

---

<sup>1)</sup> Groth., Physik. Kryst., 2. Aufl., pag. 672.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1885. (F. Becke.)

nur jedesmal die Stellung der Mikrometerschraube notirt, wenn der Krystall mit den Würfelflächen eingestellt war ( $h_1$ ), mit den Dodekaëderflächen ( $d_1$ ), mit dem einen Oktaëderflächenpaar ( $o_1$ ) und mit dem zweiten ( $o_1'$ ). Sodann wurde der Krystall in der gewöhnlichen Weise geätzt und die Messung wiederholt; die Einstellungen ergaben jetzt andere Zahlen ( $h_2, d_2, o_2, o_2'$ ). Die Differenzen

$$h = h_1 - h_2, d = d_1 - d_2, o = o_1 - o_2, o' = o_1' - o_2'$$

sind das Mass für die Dicke der Schicht, die in derselben Zeit unter gleichen Umständen auf einer Hexaëder-, Dodekaëder- und Oktaëderfläche gelöst wurde. Ausserdem hat man noch in den beiden Zahlen für  $o$  und  $o'$ , die gleich ausfallen sollen, ein Mass für die Genauigkeit der Methode. Die Zahlen  $h, d$  etc. geben die Anzahl der Theilstriche der Eintheilung am Schraubenkopf. Jeder Theilstrich entspricht 0.0025 Millimeter.

Krystall I von Minas geraes.

Aetzmittel Salzsäure circa 20procent., Aetzdauer 15 Minuten.

$$h = 54.7 \quad d = 34.3 \quad o = 34.0 \quad o' = 31.7.$$

NB. Bei diesem Krystall sind die Aetzfiguren sehr klein, namentlich auch auf der Oktaëderfläche.

Krystall II, Pfitsch.

Aetzmittel dieselbe Salzsäure. Aetzdauer 30 Minuten.

$$h = 88 \quad d = 50 \quad o = 53 \quad o' = 54.5.$$

Krystall III, Pfitsch.

Verdünnte Schwefelsäure (1 Thl. englische Schwefelsäure, 1 Thl. Wasser) im Wasserbad. Aetzdauer  $1\frac{1}{2}$  Stunden.

$$h = 15.9 \quad d = 14.5 \quad o = 11.5 \quad o' = 12.0.$$

Krystall IV, Pfitsch.

Aetzmittel dieselbe Schwefelsäure bei  $125^\circ \text{C.}$ , Aetzdauer 15 Minuten.

$$h = 19.6 \quad d = 14.8 \quad o = 13.6 \quad o' = 13.0.$$

Die angegebenen Zahlen beweisen übereinstimmend, dass die Lösung auf der ausserhalb der Aetzzone liegenden Hexaëderfläche rascher fortschreitet, als auf den der Aetzzone angehörenden Dodekaëder- und Oktaëderflächen.

Die Frage, ob die Oktaëder- oder die Dodekaëderflächen stärker angegriffen werden, ist aus den angegebenen Zahlen nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Die gefundenen Zahlen unterscheiden sich um so geringe

Grössen, dass sie beinahe innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler fallen. Nur Krystall II gibt für  $d$  die kleinste Zahl, bei allen übrigen ist die Zahl für  $o$  die kleinere.

Uebrigens ist auch zu berücksichtigen, dass die angewandte Methode der Bestimmung der Dicke kein absolut richtiges Mass für die Menge des gelösten Magnetit geben kann, da die Menge dessen, was in Form der Aetzfiguren der Fläche entnommen wurde, sich der Beobachtung entzieht. Dieser Fehler bewirkt, dass auf allen Flächen die gefundene Zahl etwas zu klein ist. Dieser Fehler ist offenbar um so grösser, je grösser die Aetzfiguren und je steiler die dieselben begrenzenden Flächen. Die grössten Aetzfiguren finden sich auf der Oktaëderfläche, die steilsten auf der Würfelfläche. Die Dodekaëderfläche dagegen zeigt ausser den von sehr flach geneigten Flächen gebildeten Aetzriefen nur sehr kleine und sparsame Aetzfiguren. Daher ist die Correctur, die bei den Zahlen für die Dodekaëderflächen hinzuzugeben wäre, jedenfalls kleiner als jene für Oktaëder und Würfel. Es könnte also immerhin sein, dass die corrigirten Werthe für die Dodekaëderfläche eine kleinere Zahl liefern würden als für die Oktaëderfläche, dass also die Dodekaëderfläche der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzt.

Eine dritte Methode wäre endlich die Beobachtung der Gestaltveränderung, welche eine Kugel bei der Auflösung erfährt. In jenen Richtungen, in welchen der Krystall am leichtesten löslich ist, muss die Kugel eine Abplattung erfahren, in den Richtungen des grössten Widerstandes wird die Lösung zurückbleiben, es werden sich Ecken und Kanten herausbilden.

Wenn also meine Ansicht, dass die primären Aetzflächen normal auf die Richtungen des grössten Lösungswiderstandes liegen, die richtige ist, so müsste eine Magnetitkugel einen Körper liefern, welcher in der Richtung der Dodekaëder- und Oktaëdernormale vorspringende Kanten und Ecken besitzt, also ein würfelfähnlicher Körper mit in der Mitte ausgebauchten Kanten. Es ist bei dieser Auffassung selbstverständlich, dass die Körper, welche aus Kugeln durch Lösung hervorgehen, zunächst keiner krystallonomischen Deutung fähig sind. Erst secundär können durch Kantenabstumpfung etc. unter Umständen krystallonomisch deutbare Flächen an denselben entstehen.

Bevor ich an die Beschreibung meiner übrigens nicht vollkommen geglückten Experimente mit Magnetitkugeln gehe, ist es

vielleicht gerathen, auf die Versuche mit Calcitkugeln einen Seitenblick zu werfen.

Die öfter citirten Versuche von Lavizzari kann ich leider nicht vergleichen, da mir dessen Publication in Czernowitz nicht zugänglich ist.

In neuerer Zeit hat Otto Meyer<sup>1)</sup> Versuche mit einer Calcitkugel beschrieben, die in Essigsäure allmähig gelöst wurde. G. Tschermak bildet die Form, welche eine Calcitkugel nach starker Aetzung mit Salzsäure annimmt, in seinem Lehrbuch ab.<sup>2)</sup>

Wir erinnern nur noch, dass v. Ebner die Flächen von  $-2R$  als primäre Lösungsflächen eruiert hat, d. h. also nach meiner Auffassung als jene Flächen, welche der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzen, dass ferner nach v. Ebner's Beobachtungen die Kantenzonen von  $-2R$  die Hauptätzzonen des Calcit sind.

Nun betrachten wir die von Meyer mitgetheilten Fig. 6 und 7. Dieselben zeigen matte Abplattungen, welche beiläufig der Basis und dem Rhomboöderprisma entsprechen; dazwischen sind Streifen glänzend geblieben, welche nach der Form der Aetzfiguren, welche auf denselben beobachtet werden, Zonen entsprechen, die durch das Deutero-prisma und das Grundrhomboöder gehen und sich in den Flächen von  $-2R$  kreuzen.

Demnach sind also die Stellen, welche Flächen der Aetzzone entsprechen, glänzend geblieben, die dazwischenliegenden Felder dagegen matt geworden.

Der bei weiterer Lösung restirende Körper (Fig. 8) besitzt in der That 6 Buckel oder Spitzen, die so liegen, wie die normalen eines Rhomboöders. Leider ist die Orientirung desselben nicht angegeben.

Die von Tschermak mitgetheilte Fig. 256, welche in richtiger Stellung gezeichnet ist, und daher eine Orientirung erlaubt, zeigt ebenfalls die 6 Spitzen und zwar dort, wo die negativen Rhomboöder liegen würden.

Es zeigen sich also in der That im Wesentlichen jene Erscheinungen, welche aus der Theorie gefolgert wurden.

Ich stellte einige Versuche mit Magnetitkugeln an, welche von Dr. Steeg und Reuter aus Oktaëdern von Pfisch in grosser Vollkommenheit hergestellt waren. Leider ist das Material wenig homogen,

<sup>1)</sup> Neues Jahrb. f. Min. 1883, I, pag. 74.

<sup>2)</sup> Lehrbuch der Mineralogie. 2. Aufl., pag. 142, Fig. 256.

von Sprüngen durchzogen und mit Tafeln von Titaneisen erfüllt, die den Oktaëderflächen parallel eingelagert sind.

Die Sprünge werden namentlich von Salzsäure alsbald erweitert und die Kugel nach Verlaß einiger Stunden von den Spalten aus gänzlich zerfressen.

Etwas besser fielen die Versuche mit Schwefelsäure aus. Die Kugel wurde in der bekannten Mischung im Wasserbade behandelt. Nach Verlauf einer Viertelstunde zeigte sich auf der Kugel in bestimmten Stellungen ein deutlicher Schimmer. Wurden die Punkte, in denen dieser Schimmer am intensivsten auftrat, durch Marken bezeichnet, so ergab sich, dass dieselben Dodekaëder- und Oktaëdernormalen entsprachen.

Nach Verlauf von 4 Stunden waren an Stelle der Würfelflächen matte Vierecke entstanden, während glänzende Streifen die Triakisoktaëderzonen bezeichneten.

Durch Messung konnte auch constatirt werden, dass die Dicke der Kugel in der Richtung der Würfelnormalen stärker abgenommen hatte, als in der Richtung der Oktaëder- und Dodekaëdernormalen.

Dieses Stadium entspricht der Fig. 6 und 7 bei Meyer und zeigt deutlich die Analogie der Aetzzonen bei Calcit und Magnetit.

Nach diesen Ergebnissen scheint mir also festzustehen, dass jene Flächen, welche im einfachsten Falle die Aetzfiguren begrenzen, die Ebner primäre Lösungsflächen nennt, identisch sind mit jenen Flächen, welche der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzen. Normal zu diesen Flächen existirt also eine Richtung innigsten chemischen Zusammenhanges, vielleicht besser gesagt, eine Richtung grösster Widerstandsfähigkeit gegen die Zersetzung, denn es scheint sich — wenigstens bei denjenigen Aetzungen, die auf einer chemischen Veränderung der Substanz beruhen — weniger um ein Losreissen der Partikel, als um eine Zerstörung derselben zu handeln. Indessen kann man ja vorläufig jene bildliche von der mechanischen Cohäsion hergenommene Ausdrucksweise beibehalten.

Dann wären also die Lösungsflächen normal auf die Richtung grössten Lösungswiderstandes oder innigsten chemischen Zusammenhanges.

Dieser Satz scheint nun in einem schneidenden Gegensatz zu stehen zu der von v. Ebner ausgesprochenen Hypothese, welcher die primären Lösungsflächen als jene Flächen definirt, „nach welchen



sich der Krystall am leichtesten löst“ und ferner sagt: „Die Richtung, welche senkrecht zu einer solchen Ebene gelegen ist, entspräche dann der Richtung eines lockersten chemischen Zusammenhanges und würde eine grosse Analogie mit der Richtung der geringsten Cohäsion, mit welcher dieselbe aber nicht zusammenzufallen braucht, besitzen.“<sup>1)</sup> Der Gegensatz ist indessen nicht so scharf als er aussieht.

Dies geht aus den folgenden Sätzen hervor, die deutlicher erläutern, wie sich v. Ebner die leichteste Löslichkeit nach den Lösungsflächen vorstellt:

„Wenn es möglich wäre, eine Vorrichtung zu ersinnen, welche die Molecüle einer Säure zwingt, in einer einzigen Ebene sich zu bewegen, so würde man mit einer solchen Vorrichtung mit einem gegebenen Quantum einer bestimmten Säure und bei einer bestimmten Temperatur eine viel tiefer eindringende Zerstörung des Kalkspathes hervorrufen, wenn die Molecüle in der Ebene der leichtesten Löslichkeit einwirken, als wenn dieselben in der anderen Ebene sich bewegen, und man könnte mit einer solchen idealen Vorrichtung die Richtung leichtester Löslichkeit in einer analogen Weise bestimmen, wie eine Spaltungsebene.“<sup>1)</sup>

Also wenn Säuremolekel in der Richtung der Lösungsfläche einwirken, erfolgt die leichteste Lösung. Demnach liegt nach v. Ebner's eigenen Worten das Maximum der Löslichkeit oder das Minimum des chemischen Zusammenhanges nicht senkrecht auf der Lösungsfläche, sondern in derselben. Die entgegengesetzte Aussage v. Ebner's ist nur ein Trugschluss, der durch die angezogene Analogie zwischen Lösungsfläche und Spaltfläche herbeigeführt ist.

Diese Analogie ist aber keine vollkommene. Wenn man „mechanische Cohäsion“ und „chemischen Zusammenhang“ als analog auffassen will, was übrigens nur, wie oben gesagt, mit Reserve geschehen kann, so steht die Spaltfläche normal auf einer Minimalrichtung, die Lösungsfläche dagegen würde nach v. Ebner die Minimalrichtung selbst enthalten, nach meiner Auffassung dagegen senkrecht zur Maximalrichtung liegen.

Es zeigt sich also, dass wir in unserer Auffassung viel näher stehen, als es auf den ersten Anblick den Anschein hat.

<sup>1)</sup> l. c. p. 13 des Sep.

Es fragt sich nur wieder, welche der beiden Auffassungen die richtigere, naturgemässere ist.

Die Frage ist folgende: Wie ist eine Fläche in Bezug auf ihr physikalisches Verhalten besser charakterisirt, durch Angabe des Verhaltens normal zu der Fläche oder durch Angabe des Verhaltens in den Richtungen, die in der Fläche selbst enthalten sind?

Betrachten wir eine Spaltfläche.

Die Spaltfläche liegt normal gegen eine physikalisch ausgezeichnete Richtung, normal gegen die Richtung kleinster Cohäsion. Die Richtungen, die in der Spaltfläche liegen und deren es unendlich viele gibt, können zum Theil Maximalrichtungen sein, es können aber auch Minimalrichtungen darunter vorkommen oder es können sämtliche Richtungen von mittlerer Cohäsion sein.

Beim Steinsalz enthält die Würfelfläche in ihrer Ebene zwei Minimalrichtungen parallel den Kanten; die anderen Richtungen entsprechen alle grösserer Cohäsion, sind aber keineswegs die Cohäsionsmaxima des Steinsalzes, welche normal zur Oktaëderfläche liegen.

Die Spaltfläche des Gyps enthält neben secundären Minimalrichtungen auch die Maximalrichtung in ihrer Ebene.

Wir sehen, die Cohäsionsverhältnisse in einer Ebene können nicht zur Charakterisirung der Spaltfläche dienen, sondern nur die Cohäsion normal zu derselben.

Ebenso ist es nun mit den Lösungsflächen. Es ist sehr die Frage, ob — wie man zur Rechtfertigung der von v. E b n e r gegebenen Definition der Lösungsflächen annehmen müsste — unter den in der Fläche —  $2R$  enthaltenen Richtungen die Richtungen leichtester Löslichkeit vorhanden sind; ich vermute vielmehr auf Grund der Versuche an Calcitkugeln, dass diese Richtungen normal zur Basis und zu einem directen Rhomboëder von grosser Hauptaxe liegen.

Aber sicher scheint es mir zu sein, dass normal zu —  $2R$  Richtungen minimalster Löslichkeit für Säuren vorhanden sind.

Dass überhaupt die Angabe von Flächen, in welchen die Löslichkeit ein Maximum sein soll, den Erscheinungen nicht adäquat ist, ergibt sich aus dem Verhalten der Zinkblende, wo parallele Flächen, die verschiedenen Oktanten angehören, die grösste Verschiedenheit zeigen. Hier zeigt es sich deutlich, dass es lediglich auf die Richtung normal zu den Flächen ankommt.

Die schönen Untersuchungen v. Ebner's verlieren selbstverständlich durch die richtig gestellte physikalische Bedeutung der primären Aetzflächen nicht im Geringsten ihren Werth. Denn alle seine Untersuchungen behalten auch ihre Giltigkeit, wenn die neue Bedeutung der Lösungsflächen eingeführt wird.

Die Entstehung von Figuren, die von den primären Aetzflächen begrenzt werden, wird nun erst recht leicht verständlich. Es wird allgemein anerkannt, dass auf vollkommen homogenen Krystallflächen dergleichen Unebenheiten bei der Lösung überhaupt nicht entstehen könnten. Diese Bedingung der vollkommenen Homogenität ist aber nie erfüllt. Daher entstehen an bestimmten Stellen zunächst Vertiefungen. Von was für Flächen werden diese Vertiefungen umschlossen sein? Offenbar von solchen, welche der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzen, denn nur Flächen von dieser Lage werden im Stande sein, sich zu behaupten, während Flächen anderer Lage alsbald von der Säure durchlöchert und zerstört werden. Es führt uns hier gerade so wie in vielen anderen Fällen das von Darwin ausgesprochene Princip von der Erhaltung des für den Kampf um's Dasein Geeignetsten.

#### IV. Zur Frage, ob die Aetzflächen dem Parametergesetz gehorchen. Complication der Aetzfiguren.

Niemand wird bezweifeln, dass jene Flächen, welche v. Ebner primäre Lösungsflächen genannt hat und die ich primäre Aetzflächen nenne, stets krystallonomisch bestimmte Flächen sein müssen.

Es handelt sich also hier zunächst nur um diejenigen Aetzflächen, die durch Modification der Aetzfiguren neu hinzutreten oder aus jenen primären sich entwickeln. Die Frage kann nun offenbar bezüglich dieser Flächen nicht in dem Sinne bejaht werden, dass diese secundären Aetzflächen unter allen Umständen krystallonomisch bestimmte Flächen sein müssen. Viele derselben entsprechen schon durch ihre starke Krümmung nicht dem Begriff einer Krystallfläche. Auch die Beobachtungen, welche v. Ebner über die variable Lage der Flächen an den einzelnen Aetzhügeln angestellt hat, die scheinbar wenigstens stetigen Aenderungen der Lage, die er an denselben unter dem Mikroskope verfolgte, sind dieser Annahme nicht günstig.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die secundären Aetzflächen vielfach dem Gesetz von der Rationalität der Indices nicht entsprechen.

Es kann also die Frage nur so gestellt werden, ob das Parametergesetz einen merklichen Einfluss nimmt auf die Lage der Aetzflächen.

Meine Untersuchungen an Zinkblende und Bleiglanz waren für die Annahme eines solchen Einflusses günstig, namentlich am Bleiglanz war ich in der Lage, nachzuweisen, dass die Aetzflächen der Hauptätzzone sich solchen Lagen merklich nähern, welche einfachen Indices entsprechen.

Dasselbe beobachtet auch v. Ebner am Calcit, wenn er z. B. nachweist, dass die sechsflächigen secundären Lösungsgestalten, auf dem Grundrhomboëder des Calcit sich häufig der Pyramide  $\frac{4}{3}P2$  nähern.

Auch am Magnetit ist ein derartiges Verhalten an den secundären Aetzflächen zu bemerken.

Am wenigsten lehrreich sind die Flächen, welche aus den ursprünglich vorhandenen primären Aetzflächen, den Dodekaëderflächen, bei fortgesetzter Aetzung hervorgehen. Dieselben entfernen sich niemals sehr bedeutend von der Lage der Dodekaëderfläche, und da in jener Region der Triakisoktaëderzone Flächen mit relativ einfachen Axenschnitten sehr nahe beisammen liegen, die Messungsfehler aber gerade bei diesen Flächen bedeutend zu sein pflegen, lassen sie sich in diesem Sinne wenig verwerthen.

Günstiger sind jene secundären Aetzflächen, welche bei Schwefelsäure-Aetzung zwischen Oktaëder und Dodekaëder auftreten (z in den Lichtfiguren 6 und 7).

Diese entsprechen regelmässig ziemlich genau Flächen mit einfachen Indices, z. B. bei Fig. 6 der Fläche (332), bei Fig. 7 der Fläche (443).

	Gerechnet	Gemessen
111. 332 =	10° 2'	9° 54'
111. 443 =	7° 20'	7° 41'.

Noch schlagender zeigt sich dies bei den Abstumpfungsflächen (x) der Kanten der Schwefelsäurefigur. Da diese Flächen erst nach einiger Zeit hervortreten, unterliegt ihre Natur als secundäre

Aetzflächen keinem Zweifel. Bei Aetzung im Wasserbad erscheint der Reflex derselben einfach und entspricht mit grosser Schärfe dem Ikositetraëder (522).

	Gerechnet	Gemessen
111.522 =	25° 24'	25° 15' (Kryst. Nr. 21) 25° 29' (Kryst. Nr. 22).

Bei höherer Temperatur und kurzer Aetzdauer erscheint der  $\alpha$ -Reflex zunächst auch noch einfach, aber etwas gegen  $o$  geschleppt; nach längerer Aetzdauer erscheinen statt eines Reflexes zwei, von denen der innere oft aus mehreren nahe beieinander liegenden Culminationen bestehende nahezu genau der Lage von (733), der äussere der von (1144) entspricht:

	Gerechnet	Gemessen	
		Kryst. 24	Kryst. 171
111.733 =	23° 31'	23° 29'	23° 15'
111.1144 =	27° 31'	27° 58'	27° 24'.

Bei Krystallen von Gora Blagodat entstanden unter gleichen Umständen Flächen von dem Zeichen (311):

	Gerechnet	Gemessen
111.311 =	29° 30'	29° 5'

Ebenso zeigen auch die schwachen Culminationen in den Tetrakis-hexaëderzonen in der Lichtfigur der Würfelfläche eine Annäherung an die einfachsten Tetrakis-hexaëder.

	Gerechnet	Gemessen		
		Kryst. 138	Kryst. 140	Kryst. 171
100.310 =	18° 26'	17° 15'	15° 54'	18° 53'
100.210 =	26° 34'	—	24° 28'	—

Auch die mit  $\xi$  bezeichneten Reflexe im Centraltheil der Lichtfigur des mit Schwefelsäure geätzten Oktaëders zeigen bemerkenswerthe Uebereinstimmung mit den Abmessungen einfacher Flächen. So wurde gemessen:

	Gerechnet	Gemessen	
111.433 =	8° 2' 7° 54' (Kryst. Nr. 18)	7° 58' (Kryst. Nr. 23)	
111.755 =	9° 27' 9° 56' ( " " 24)	9° 23' ( " " 163)	
111.322 =	11° 25' 11° 18' ( " " 171)	11° 25' ( " " 23)	

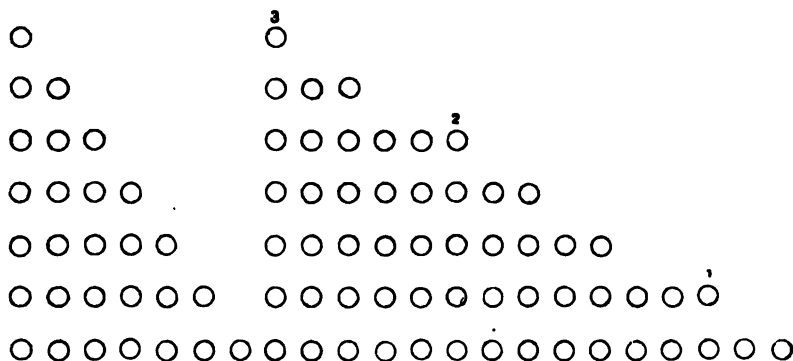
Die Reflexe der Salzsäurefiguren entsprechen weit weniger gut einfachen Flächen. Dies zeigt sich aber auch schon in der bedeutenden Abweichung der Hauptätzflächen von der ursprünglichen Lage.

Diese Beobachtungen erweisen also, dass auch die secundären Aetzflächen in manchen Fällen in aller Schärfe Flächen mit einfachen Indices entsprechen und dass sie in anderen sich wenigstens solchen Fällen mehr oder weniger nähern.

Es scheint also irgend ein Moment vorhanden zu sein, welches das Auftreten von Flächen mit einfachen Indices begünstigt.

Wenn man nun festhält, dass die Aetzflächen Flächen grössten Lösungswiderstandes sind, so ist es nicht schwer, jenes Moment ausfindig zu machen, so dass uns die Vorliebe für Flächen von einfachen Indices als etwas Selbstverständliches erscheint.

Dieses Moment ist durch die Bravais-Frankenheim'sche Theorie von der Krystallstructur gegeben und liegt in dem, was man Reticulardichte genannt hat.



Je einfacher das Zeichen einer Fläche, desto grösser ist die Reticulardichte, desto gleichmässiger und dichter ist die Fläche mit Krystallmolekeln besetzt, desto grösser ihr Widerstand gegen die Lösung. Je complicirter das Zeichen, desto grösser werden die Zwischenräume zwischen den genau in einer Ebene liegenden Molekeln, desto mehr werden einzelne derselben isolirt stehen, den Angriffen der Flüssigkeitsmolekel von mehreren Seiten ausgesetzt.

Ein Beispiel wird dies klar machen: die beiden nebenstehenden Figuren zeigen die Anordnung von Molekeln nach den Gesetzen  $a:b$  und  $3a:7b$  in einer Ebene. Es ist deutlich zu sehen, dass bei letzterer die Molekel 1, 2, 3 etc. sich in einer für die Auflösung günstigeren Lage befinden, als die Molekel, welche die Anordnung  $a:b$  nach aussen begrenzen.

Es erscheint also ganz naturgemäss und mit den Vorstellungen vom Krystallbau in Uebereinstimmung, dass als Aetzflächen vorzüglich solche Flächen auftreten, die relativ einfachen Achsenschnitten entsprechen, da diese in ihrer grösseren Reticulardichte ein Moment besitzen, welches ihnen eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Auflösung ertheilt, als anderen Flächen mit complicirteren Zeichen.

Man könnte nun weiter fragen, wie kommt es, dass dann die Aetzfiguren nicht immer von Flächen mit den einfachsten Indices begrenzt werden? Dies scheint nun aber in der That in den meisten Fällen anfangs und der Tendenz nach, um einen bildlichen Ausdruck zu gebrauchen, der Fall zu sein.

Dass aber dieser ursprüngliche Zustand sich nicht erhält, hat seinen Grund in den Complicationen, die eintreten, wenn grössere Aetzfiguren gebildet werden.

Soll sich eine einfache Aetzfläche, z. B. die Seitenfläche einer Schwefelsäurefigur auf der Octaëderfläche des Magnetit erhalten, so setzt dies voraus, dass die Lösung an allen Stellen derselben mit gleicher Energie und Geschwindigkeit vor sich gehe. Dies wird aber, wenn die Aetzfigur grössere Dimensionen erreicht, nicht mehr der Fall sein. In den vertieften Ecken und Kanten wird die Säure sich rasch mit Eisen sättigen, daher weniger intensiv wirken. Am Rande der Aetzfigur und in der Mitte der Seiten wird die Diffusion einen rascheren Ausgleich herbeiführen und die Einwirkung der Säure mit ungeschwächter Kraft weiter gehen. Die Folge davon ist eine Krümmung der Fläche quer auf die Aetzzone, die auch in der That sich alsbald durch die Verbreiterung der Reflexe und die sich anschliessenden Lichtbögen verräth. Unter Umständen können auch aus einer Fläche zwei unter stumpfem Winkel geneigte Facetten hervorgehen.

Eine fernere Wirkung wird die sein, dass der Rand der Aetzfigur rascher abgetragen wird als die Tiefe: Daher wird allgemein die Aetzfigur flacher werden, die Reflexe der Seitenflächen werden dem Centralreflex näher rücken. Diese Erscheinung habe ich in dieser Arbeit mit dem Ausdruck „Schleppung“ bezeichnet.

Ganz kürzlich hat E. Blasius<sup>1)</sup> denselben Gedanken zur Erklärung der Aetzfiguren der Alaune verwerthet, die immer von Vicinalflächen der geätzten Fläche gebildet werden.

---

<sup>1)</sup> Zersetzungsfiguren an Krystallen. Zeitschr. f. Kryst., X, 221.

Eine ganz besondere Wirkung hat die raschere Sättigung des Aetzmittels in den vertieften Kanten und Ecken. Die Folge der nunmehr verringerten Lösungsenergie des Aetzmittels ist, dass jetzt Molekelreihen, welche früher der Säure nicht genügenden Widerstand leisten konnten, sich erhalten. Natürlich werden Molekelreihen, die einer primären Zone angehören, die nächste Anwartschaft haben, sich zu erhalten. In dem gewählten Beispiele ist der Erfolg das Auftreten einer Ikositetraederfläche, welche die Kante des Aetzgrübchens abstumpft.

Möglicherweise kann sich nun das Spiel wiederholen und in den jetzt stumpfer gewordenen Rinnen sich eine neue Abstumpfung anlegen.

Beim Alaun ist dies von Brewster und Wulff<sup>1)</sup> durch die Lichtfiguren verfolgt werden.

Ich konnte bei meinen Krystallen von Magnetit so weitgehende Complicationen nicht hervorrufen. Doch vermochte ich an einem Krystall von Untersulzbach aus dem Wiener mineralogisch-petrographischen Institut einige diesbezügliche Beobachtungen anzustellen. Der betreffende Krystall, ein Krystallstock von 5—6 Centimeter Durchmesser, war von einem Händler behufs Reinigung in (was für eine?) Säure gelegt worden. Nach dieser Misshandlung zeigt er sich nun über und über mit Aetzfiguren bedeckt, die eine Grösse bis zu 2 Millimeter Seitenlänge erreichen. Fig. 22 zeigt das Lichtbild, welches von der am besten entwickelten Oktaederfläche geliefert wird.

Die mit  $z$  bezeichneten Doppelreflexe entsprechen den Seitenflächen der Aetzfigur; sie sind weitaus am lichtstärksten. Die lichtschwachen Reflexe  $x$  einem Ikositetraeder, die Reflexe  $y$  einem Hexakisoktaeder aus der Diagonalzone des Oktaeders, die Reflexe  $v$  und  $v_1$  zwei anderen Hexakisoktaedern. Man kann sich davon überzeugen, dass diese Reflexe  $x$ ,  $y$ ,  $v$ ,  $v_1$  von gerundeten Abstumpfungen der Seitenkante der Aetzfiguren herkommen.

Eigenthümlich ist, dass die wahrscheinlich zuletzt aufgetretenen Reflexe  $v$  und  $v_1$  lichtstärker sind als die älteren  $x$  und  $y$ .

Der scharfe sechsstrahlige Stern in der Mitte wird von Flächen theilen gebildet, welche glatt, frei von tieferen Aetzfiguren erscheinen und eine sehr zarte dreifache Streifung erkennen lassen.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Kryst. V, 81.



Bei Aetzhügeln kehren sich die Verhältnisse um, der Erfolg bleibt aber derselbe. Hier sind es Kanten und Ecken, welche wegen der ungehinderten Diffusion nach verschiedenen Seiten am stärksten angegriffen werden. Die Folge ist eine Zuschärfung der Kanten, oder eine Abstumpfung, wenn diese einer Zone mit relativ grossem Lösungswiderstand entspricht. Krümmung der Seitenflächen und Auflösung in zwei Facetten wird hier noch häufiger auftreten, da dies bei den Aetzhügeln leicht in der Richtung der Actzzone geschehen kann. Endlich wird auch eine Abflachung der Aetzhügel durch Schleppung dadurch leicht verständlich, dass die Spitze derselben rascher abgetragen wird als der Fuss.

Die Complicationen, die an den Aetzfiguren bei länger dauernder Aetzung auftreten, sind, wie die Beobachtung der Lichtfiguren lehrt, hauptsächlich:

1. Verschiebung der Reflexe in der Richtung gegen die geätzte Fläche oder „Schleppung“.
2. Verbreiterung der Reflexe quer auf die Richtung der Aetzzone, also Krümmung der Aetzflächen.
3. Auflösung einzelner Reflexe in zwei genäherte, also Entstehung zweier, unter stumpfem Winkel geneigter Aetzflächen anstatt einer.
4. Auftreten neuer Reflexe zwischen schon vorhandenen; also Abstumpfung der Kanten der Aetzfigur durch neue Flächen.

Für diese Erscheinungen geben die Figuren 5, 6, 7, 22 genügende Nachweise. Sie lassen sich alle ganz einfach durch die geänderten Concentrationsverhältnisse im Innern des Aetzgrübchens oder in der Umgebung des Aetzhügels erklären.

Jeder Umstand, welcher das Auftreten solcher Aenderungen in der Concentration des Aetzmittels verhütet, wird daher das Auftreten regelmässiger, wenig modificirter Aetzfiguren befördern.

Daher werden die Aetzfiguren um so regelmässiger und einfacher ausfallen, je langsamer das Aetzmittel einwirkt, daher im Allgemeinen verdünnte Aetzmittel regelmässige Aetzfiguren liefern als concentrirte.

Daher wohl auch zum Theil die Verschiedenheiten bei Anwendung verschiedener Säuren, daher der günstige Einfluss einer Bewegung der Flüssigkeit durch Umrühren, Sieden etc.

Hier mag noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, welcher mit den Complicationen der Aetzfigur zusammenhängt. Ist

die Aetzzone eine symmetrische, d. h. stehen ihre Flächen senkrecht zu einer Symmetrieebene des Krystalls, so werden alle auftretenden Krümmungen, Verschiebungen, Verzerrungen etc. in symmetrischer Weise erfolgen. Daher wird man auch in stark modificirten Formen noch die Grundformen erkennen.

Anders aber, wenn die Aetzzone auf keiner Symmetrieebene senkrecht steht; dann können einseitige Krümmungen erfolgen und die ursprüngliche Form bis zur Unkenntlichkeit verwischen.

Daher wohl auch die Schwierigkeiten, die sich ergeben, wenn man versucht, in minder symmetrischen Krystallen die Aetzfiguren auf einfache Lösungsflächen zu reduciren.

## V. Die Aetzzonen. Vergleich des Magnetit mit anderen Mineralen.

Ich habe noch zu erläutern, weshalb ich die Angabe bestimmter Zonen als Hauptätzzonen für die Charakterisirung der Aetzerscheinungen zutreffender halte, als die blosse Angabe der primären Aetzflächen.

Allerdings erscheinen beim Magnetit meist Aetzflächen, welche den primären Flächen der Aetzzone sehr nahe stehen oder geradezu mit ihnen zusammenfallen; namentlich spielen die Dodekaëderflächen eine wichtige Rolle, so dass Prof. v. Ebn er gewiss die Dodekaëderflächen als primäre Lösungsflächen bezeichnen würde.

Was ist nun damit ausgedrückt? Zunächst nur, dass auf allen Krystallflächen Aetzfiguren — in dem von mir gebrauchten allgemeinen Sinne — entstehen, welche von Dodekaëderflächen begrenzt werden. Warum entstehen aber auf den Würfelflächen Aetzhügel, auf den Oktaëderflächen Aetzgrübchen?

Die einzige Antwort, die man darauf zu geben vermag, wäre die, weil die primären Aetzflächen mit der Würfelfläche steilere Winkel einschliessen, als mit der Oktaëderfläche. Allein dies erscheint kaum stichhältig, denn auf der Dodekaëderfläche des Magnetit entstehen Aetzgrübchen, die von noch weit steileren Flächen begrenzt werden, nämlich von den vier benachbarten Dodekaëderflächen, und wenn wir uns bei einem anderen Mineral umsehen, bei der Zinkblende, so haben wir hier Aetzhügel auf der Dodekaëderfläche,

welche von noch flacher geneigten Flächen gebildet werden, als die Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit umschliessen.

Die Neigung der primären Aetzflächen gegen die geätzte Fläche kann somit für das Auftreten der Aetzhügel nicht bestimmend sein.

Bei den Modificationen der Aetzfiguren sehen wir ferner noch eine Eigenthümlichkeit auftreten, die durch die Angabe einer Krystallfläche als primäre Aetzfläche nicht ausgedrückt ist.

Bei diesen Modificationen der Aetzfiguren treten vielfach statt der primären Aetzflächen andere Flächen auf, die secundären Aetzflächen. Zum Theil lässt sich die Lage dieser secundären Aetzflächen durch Schleppung erklären, zum Theil aber nicht. Diese letzteren Lageveränderungen erfolgen nun immer im Sinne einer bestimmten Zone, eben derjenigen, die ich als Aetzzone bezeichne.

Beim Magnetit ist diese Erscheinung nicht so deutlich wie z. B. bei der Aetzung der Zinkblende mit Salzsäure, bei der immer nur in der Aetzzone verschobene secundäre Aetzflächen zum Vorschein kommen. Sie ist aber auch beim Magnetit bei der Aetzung mit Salzsäure deutlich genug. Man vergleiche z. B. die Lage der Reflexe *w* in der Fig. 18. Durch Schleppung allein lässt sie sich nicht erklären, man muss den Einfluss der Aetzzone anerkennen.

Ich glaube somit, dass man diesen vorwaltenden Einfluss einer Zone berücksichtigen muss, dass die Erscheinungen besser durch Angabe der Aetzzone als durch Angabe der primären Aetzfläche charakterisirt werden. Die primären Flächen der Aetzzone sind sodann die primären Aetzflächen.

Nur nebenbei will ich bemerken, dass zwar in vielen, aber nicht in allen Fällen die Aetzzone mit den Kantenzonen der von den primären Aetzflächen umschlossenen Krystallform zusammenfällt.

Durch die Angabe einer Aetzzone entgeht man ausserdem der Verlegenheit, sich entscheiden zu müssen, ob Dodekaëder- oder Oktaëderfläche die eigentliche primäre Aetzfläche sei. Es sind beide Formen primäre Aetzflächen, weil beide primäre Flächen der Aetzzone sind.

In der Angabe, die Triakisoktaëderzone oder die Kantenzone des Oktaëders ist die Hauptätzzone des Magnetit und seiner Verwandten für Aetzung mit Säuren, ist schon enthalten, dass auf den Flächen der Aetzzone, nämlich Oktaëder und Dodekaëder,

Aetzgrübchen, auf den ausserhalb der Aetzzone liegenden Hexaëderflächen Aetzhügel entstehen.

Ferner ist dadurch die Gestalt der Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche und der Sinn der Riefung auf der Dodekaëderfläche gegeben.

Es wurde im III. Abschnitt gezeigt, dass die primären Aetzflächen des Magnetit der Lösung einen grösseren Widerstand entgegenzusetzen, als die Würfelflächen.

Durch die eben auseinandergesetzten Umstände wird es wahrscheinlich gemacht, dass ein ähnlicher grösserer Lösungswiderstand allen Flächen der Aetzzone zukomme. Alle Flächen einer Zone haben aber eine bestimmte Kantenrichtung gemeinsam, daher ist es nicht unwahrscheinlich, dass es diese Kanten sind, welche die Eigenschaft haben, von der Säure nur schwierig zerstört zu werden. Wenn wir nun weiter berücksichtigen, dass diese Kanten nichts Anderes sind als Molekelreihen, so gewinnen wir dadurch einen Gesichtspunkt, welcher bei fortschreitender Erfahrung ermöglichen wird, die gefundenen Thatsachen in Vergleich zu setzen mit den gangbaren Theorien von der Krystallstructur.

Vorläufig will ich nur ein Bild gebrauchen, wie man sich die Wirksamkeit solcher Molekelreihen bei der Lösung etwa vorstellen kann.

Man denke sich den Magnetit aus lauter Stäbchen aufgebaut, welche den Oktaëderkanten parallel liegen. Diese Stäbchen haben seitlich verschiedene Eigenschaften. Der Länge nach werden sie von der Säure leicht aufgezehrt. Jene Längsseite, die den Würfelflächen zugekehrt ist, wird gleichfalls von der Säure leicht zerstört, dagegen leistet jene, welche der Dodekaëderfläche zugewendet ist, der Säure hartnäckigen Widerstand.

Dort, wo die Stäbchen mit ihren resistenten Seiten in der Ebene der geätzten Fläche liegen, wie in der Oktaëderfläche, wird die Säure nur an wenigen Punkten angreifen können, an denen die Stäbchen in Unordnung gerathen sind.

Die angegriffene Stelle wird aber von unverletzten Stäbchen begrenzt sein. Hier hat man schon die dreiseitige Form der Aetzfigur vorgezeichnet.

Auf der Dodekaëderfläche ist das Auftreten einer Riefung parallel den Stäbchen leicht verständlich. Anders auf der Würfelfläche.

Hier liegen keinerlei resistente Stäbchen in der Fläche, die Säure wird überall angreifen, nur wenige Punkte, die etwa durch fremde Körper oder sonst eine Störung zufällig geschützt sind, werden sich erhalten und Anlass geben zur Entstehung von Aetzhügeln, deren Stellung wieder durch die Lage der resistenten Seiten der Stäbchen bedingt ist.

Diese Stäbchen, von denen hier bildlich gesprochen wird, sind aber nichts Anderes als Molekelreihen. Die consequente Verfolgung dieses Gedankenganges führt dann weiter zu der Vorstellung, dass schon in der Gestalt der einzelnen Krystallmolekel, beziehungsweise in ihrem Aufbau aus kleineren Theilchen ein Umstand liegen muss, der bewirkt, dass die einzelne Molekel von der Würfelseite her leichter aufgelöst wird, als von der Dodekaëderseite her. Für Aetzung mit Säure müssen die Molekel in der Richtung der Würfelfläche gewissermassen einen wunden Punkt besitzen.

Wenn wir nun berücksichtigen, dass sich dieses Verhältnis bei der Aetzung mit Alkalien beim Linnéit derart umkehrt, dass nunmehr dieselben den Oktaëderkanten parallelen Molekelreihen in der Richtung gegen die Würfelfläche den grössten Widerstand leisten, so dass die Punkte grössten Widerstandes und leichtester Lösung geradezu ihre Stelle wechseln, so können wir uns des Gedankens nicht entschlagen, dass auf diese Verhältnisse auch die Stellung der Elementenatome innerhalb der Krystallmolekel von grossem Einfluss sei.

Wir dürfen vielleicht schliessen, dass die Krystallmolekel des Linnéit einen solchen Bau habe, dass die chemischen Molekel, die sie zusammensetzen, ihre Metallatome vorzugsweise der Würfelfläche, ihre Schwefelatome der Dodekaëderfläche zukehren; und eine analoge Stellung wird man dann auch für die Sauerstoffatome des Magnetit annehmen müssen.

Ein eingehender Vergleich der Aetzfiguren des Magnetit mit denen der anderen bisher untersuchten tesseralen Minerale kann erst dann mit Erfolg durchgeführt werden, wenn die Erscheinungen bei alkalischer Aetzung an Zinkblende, Bleiglanz publicirt sein werden. Dennoch mag hier schon auf einige Punkte die Aufmerksamkeit gelenkt werden.

Zwischen Bleiglanz und Magnetit herrscht bei Aetzung mit Säuren grosse Aehnlichkeit, indem bei beiden Mineralen die Kanten-zonen des Oktaëders (Triakisoktaëderzone) Hauptätzzonen sind.

Allein es sind auch wichtige Unterschiede vorhanden: so hat der Magnetit eine untergeordnete Aetzzone in den Cuboktaëderzonen (Ikositetraëderzone), welche dem Bleiglanz fehlt.

Diese bei Aetzung mit Säuren untergeordnete Zone wird beim Linnéit die Hauptätzzone bei Aetzung mit Alkalien. Beim Bleiglanz tritt unter diesen Verhältnissen eine ganz andere Zone als Aetzzone auf.

Vielleicht steht damit auch in Zusammenhang, dass gerade jener Theil der Hauptätzzone, in welchem beim Bleiglanz am häufigsten Aetzflächen gefunden wurden, zwischen den Flächen (221) und (332), beim Magnetit gerade durch das Fehlen von Aetzflächen hervorsteht, welche sich einerseits dem Dodekaëder, andererseits dem Oktaëder nähern.

Eine grössere Aehnlichkeit existirt noch zwischen der + Tetraëderfläche der Zinkblende und der Oktaëderfläche des Magnetit, nur erscheint die eine gegen die andere in ihrem Verhalten um  $180^\circ$  verwendet.

Man hat nämlich bei Aetzung mit Salzsäure:

Hauptätzzone der Zinkblende: Triakistetraëder,

„ des Magnetit: Triakisoktaëder.

Nebenätzzone der Zinkblende: Deltoëder,

„ des Magnetit: Ikositetraëder.

Bei Aetzung mit Alkalien, wobei für Magnetit Linnéit substituiert wird:

Hauptätzzone der Zinkblende: Deltoëder,

„ des Linnéit: Ikositetraëder.

Nebenätzzone der Zinkblende: Triakistetraëder,

„ des Linnéit: ?

Diese Aenderung der Richtungen um  $180^\circ$  erscheint in der Lage gegen die anderen gleichwerthigen Flächen begründet. Die + Tetraëderkanten spielen bei der Zinkblende dieselbe Rolle, wie die Oktaëderkanten beim Magnetit, respective Linnéit.

Die Resultate der Arbeit lassen sich in folgenden Sätzen kurz wiedergeben:

1. Beim Magnetit und seinen Verwandten ist die Zone der Triakisoktaëder (Kantenzone des Oktaëders) für Aetzung mit Säuren die Hauptätzzone. Dodekaëder und Oktaëder sind die primären Aetzflächen. Eine Nebenätzzone ist die Zone der Ikositetraëder.

2. Demnach entstehen auf der Oktaëderfläche dreiseitige Aetzgrübchen, die gegen den Umriss der Oktaëderfläche verwendet erscheinen, häufig mit Abstumpfung der Kanten. Auf der Dodekaëder-

fläche entsteht eine Riefung parallel der langen Diagonale, ausserdem kleine Aetzgrübchen, von den benachbarten vier Dodekaëderflächen und zwei Oktaëderflächen gebildet.

Auf der Würfelfläche entstehen dagegen Aetzhügel, welche von Dodekaëderflächen oder diesen nahe stehenden Flächen gebildet werden.

3. Die primären Aetzflächen sind dadurch charakterisirt, dass sie der Lösung den grössten Widerstand entgegensetzen.

4. Das Auftreten von Aetzflächen mit einfachen Indices wird dadurch begünstigt, dass solchen Flächen eine grössere Reticular-dichte zukommt, dass sie dichter mit Molekeln besetzt sind, und daher der Auflösung einen grösseren Widerstand entgegensetzen, als Flächen mit complicirteren Indices.

5. Die Erscheinungen, die bei der secundären Complication der Aetzfiguren auftreten, lassen sich zum grössten Theil aus den Verschiedenheiten der Concentration des Aetzmittels erklären, welche bei grösseren Aetzfiguren, sowohl Grübchen als Hügeln, an verschiedenen Stellen derselben entstehen.

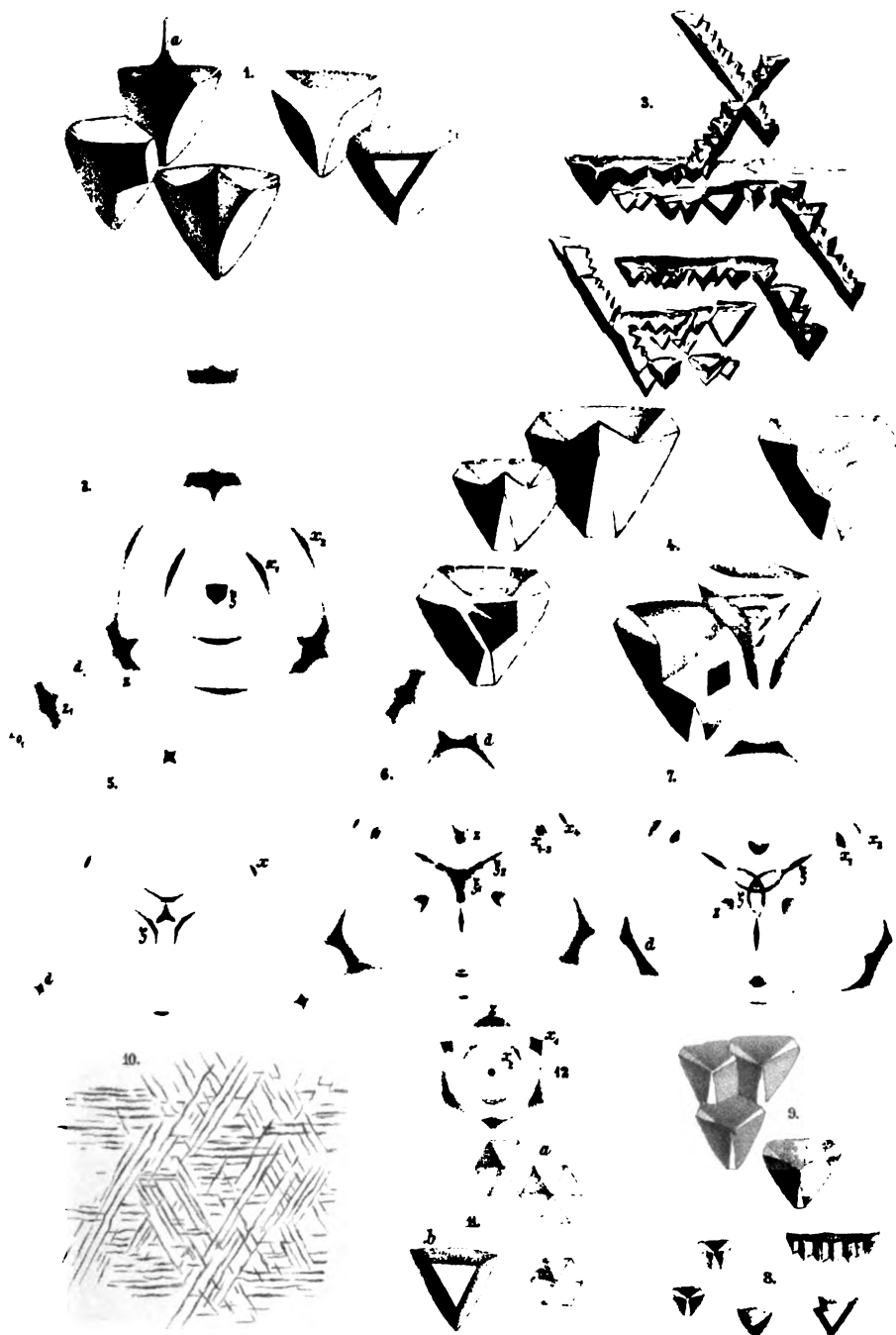
6. Der Erfolg der Aetzung wird bei einer Aenderung des Aetzmittels nur dann ein anderer, wenn durch das neue Aetzmittel ein ganz anderer chemischer Process hervorgerufen wird.

Demgemäss gibt Spinell bei Aetzung mit saurem schwefelsaurem Kalium und mit Aetzkali übereinstimmende Resultate; Linnéit zeigt bei Aetzung mit Säuren dasselbe Verhalten wie Magnetit, bei Aetzung mit Aetzkali dagegen die Ikositetraëderzone als Hauptätzzone. Dieses Verhalten lässt sich nur durch die Annahme erklären, dass den Elementen-Atomen in der Krystallmolekel eine bestimmte Stellung zukommt, dass also beim Linnéit die Metallatome der Würfelfläche, die Schwefelatome der Dodekaëderfläche zugekehrt sind.

Mineralogisches Institut der Universität Czernowitz, Juli 1885.

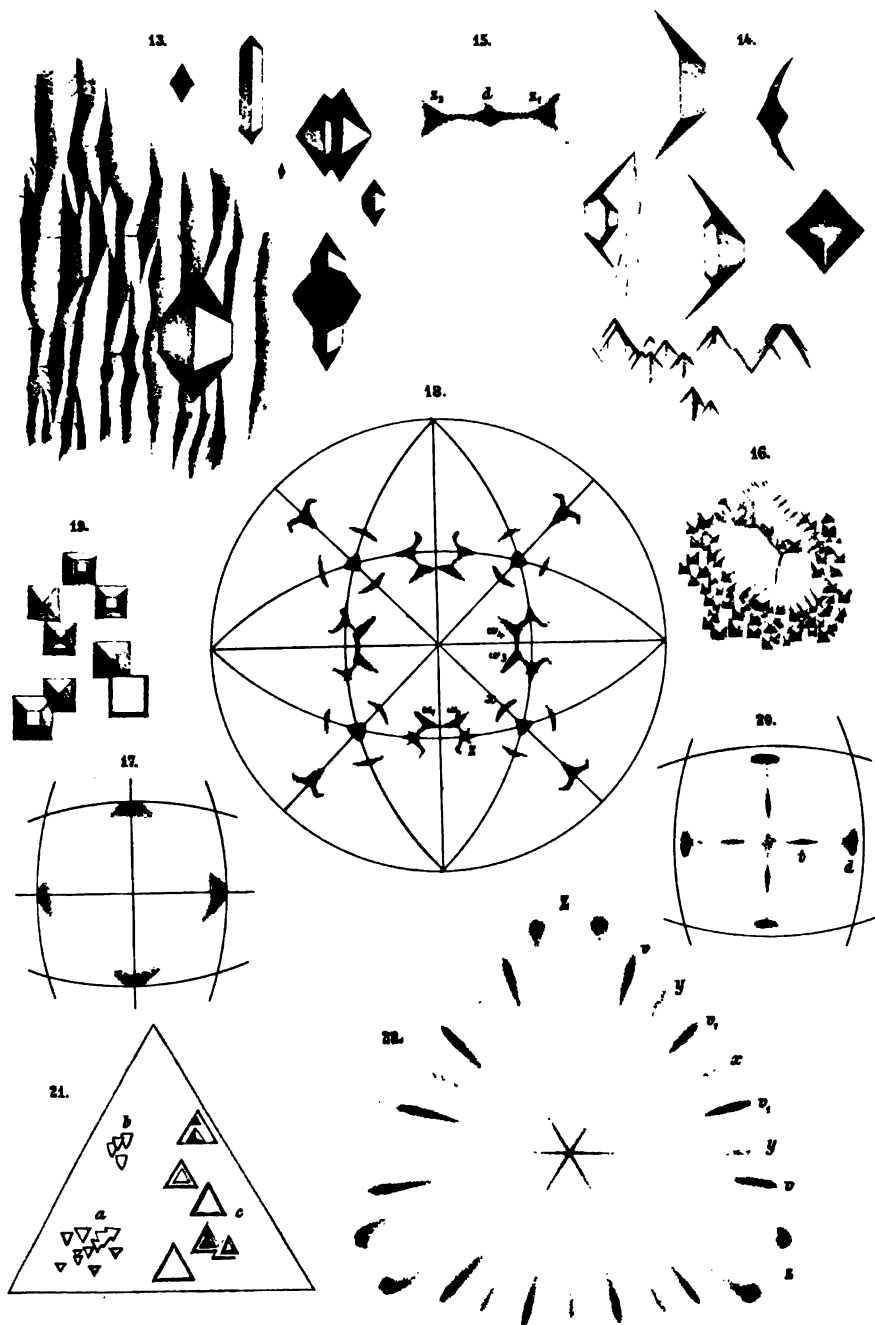
#### Erklärung der Tafel IV.

- Fig. 1. Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit von Pfisch. Aetzmittel 17·5procentige Salzsäure. Aetzdauer 5 Minuten. Nach einem Gelatinepräparat. Bei *a* schnabelartiger Fortsatz als Abguss eines muthmasslich in der Richtung der Oktaëderkante eingesenkten Kanals.
- „ 2. Lichtfigur einer mit 20procentiger Salzsäure durch 5 Minuten geätzten Oktaëderfläche von Magnetit von Pfisch. Das Lichtbild ist nach demselben Massstab gezeichnet, wie die Figuren 4, 5, 6 in der Arbeit über Bleiglanz  $r = 30$  Millimeter. Denselben Massstab haben auch die Figuren 5, 6, 7, 12, 22 in gegenwärtiger Arbeit.









Ischermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen, Bd. VI, Heft III.

Ant. Ger.

Lith. u. Druck v. J. Preytag, Wien.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.



- Fig. 3. Reihenweise angeordnete Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit von Pfisch. Aetzmittel Schwefelsäure. Aetzdauer 10 Minuten bei der Temperatur des Wasserbades. Nach einem Gelatinepräparat. NB. Sämtliche Aetzfiguren sind nach übereinstimmendem Massstab gezeichnet.
- " 4. Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit von Pfisch. Aetzmittel Schwefelsäure. Aetzdauer 30 Minuten im Wasserbad.
- " 5. Zugehörige Lichtfigur.
- " 6. Ähnliche Lichtfigur. Aetzdauer 10 Minuten bei 125° C.
- " 7. Ähnliche Lichtfigur. Aetzdauer 15 Minuten bei derselben Temperatur.
- " 8. Aetzgrübchen auf derselben Fläche. Aetzmittel Salpetersäure.
- " 9. Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit von Gora Blagodat. Aetzmittel Schwefelsäure. Aetzdauer 2 Minuten bei 125° C.
- " 10. Aussehen der Oktaëderfläche des Magnetit von Pfisch nach Aetzung mit saurem schwefelsauren Kalium. Nach einem Gelatinepräparat.
- " 11. Aetzgrübchen auf der Oktaëderfläche des Magnetit von Binnenthal. *a* flache sechseckige Grübchen, *b* tiefes dreiseitiges Grübchen.
- " 12. Zugehöriges Lichtbild. Aetzung mit Schwefelsäure im Wasserbad.

#### Erklärung der Tafel V.

- Fig. 13. Links ein Stück der geätzten Dodekaëderfläche des Magnetit von Morawitz mit den flachen Aetzfiefen und einem tieferen, von den benachbarten Dodekaëder- und Oktaëderflächen gebildeten Aetzgrübchen. Rechts verschiedene Formen der letzteren. Aetzmittel 20procentige Salzsäure. Aetzdauer 5 Minuten.
- " 14. Verzerrte Formen der Aetzgrübchen auf einer angeschliffenen Dodekaëderfläche des Magnetit von Pfisch. Unten Aetzhügel, anscheinend von Dodekaëderflächen begrenzt, die an einer Stelle entstanden, wo die Schlifffläche eine grössere Verletzung besass. Aetzmittel wie bei Fig. 13.
- " 15. Lichtfigur der Fig. 13 dargestellten Dodekaëderfläche.
- " 16. Aetzhügel auf der angeschliffenen Würfelfläche des Magnetit von Pfisch umgeben ein grösseres unregelmässiges Grübchen. Aetzmittel circa 20procentige Salzsäure. Aetzdauer 5 Minuten.
- " 17. Zugehöriges Lichtbild in eine sphärische Projection eingetragen.
- " 18. Lichtbild der 15 Minuten mit der gleichen Säure geätzten Würfelfläche des Magnetit von Pfisch in eine sphärische Projection eingetragen mit den Lichtbildern der vier benachbarten Oktaëderflächen.
- " 19. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Aetzmittel Schwefelsäure. Aetzdauer 15 Minuten im Wasserbad.
- " 20. Zugehöriges Lichtbild.
- " 21. Linnéit. *a*) Aetzfiguren durch Salzsäure mit etwas Salpetersäure hervorgerufen; *b*) desgleichen verzerrt; *c*) Aetzfiguren durch concentrirte Aetzkalklösung hervorgebracht.
- " 22. Lichtfigur eines geätzten Magnetitoktaëders von Untersulzbach. Aetzmittel unbekannt.

## **XIV. Notizen aus dem niederösterreichischen Waldviertel.**

Von Friedrich Becke.

Unter diesem Titel gedenke ich von Zeit zu Zeit dasjenige mitzutheilen, was mir von neuen Funden in dem bezeichneten Gebiete bekannt wird, um so die von mir gegebene Beschreibung der dort auftretenden Gesteine zu vervollständigen.

Die meisten der nachfolgenden Notizen wurden durch glückliche Funde veranlasst, welche Professor Pichler auf einer im Sommer 1884 unternommenen Excursion im Waldviertel gemacht hat, und von denen er so freundlich war, mir Proben zur Beschreibung abzutreten. Andere wurden durch eigene Funde, zum Theil auch durch abweichende Angaben anderer Forscher veranlasst, die mich zur Wahrung meines Standpunktes zu einer kurzen Erwiderung nöthigen

### **Granophyr von Marbach.**

Durch dieses von Herrn Professor Pichler gesammelte und mir freundlich zur Untersuchung übersandte Gestein erfährt die Reihe der im Waldviertel vertretenen Ganggesteine eine interessante Bereicherung.

Nach freundlicher Mittheilung bildet dasselbe  $\frac{3}{4}$  Stunden donauaufwärts von Marbach bei dem Orte Loja am Wege zu einer Graphitgrube 2 nahe senkrecht stehende WO. streichende Gänge im Gneiss.

Das Gestein lässt in aschgrauer, schimmernder Grundmasse zahlreiche, 3—4 Millimeter grosse Einsprenglinge von theils frischen, klaren, theils weissen, porcellanartig trüben Feldspathen erkennen. Ferner spärliche dünne Glimmerschuppen.

Unter dem Mikroskop erkennt man folgende Gemengtheile:

Das älteste Mineral sind wohl die spärlichen blassgelblichen Zirkone, die selten in deutlichen scharfen Krystallen, sondern öfter in ziemlich unregelmässigen Körnern auftreten.

Sodann folgen die grösseren Einsprenglinge: Biotit in unregelmässig begränzten Schuppen, von dunkelbrauner Farbe; er ist vielfach in ein grünes chloritartiges Mineral umgewandelt unter Beibehaltung der Structur. Die bei dieser Art der Umwandlung sonst so häufig auftretenden Epidotbildungen fehlen hier gänzlich oder sind doch minimal und undeutlich.

Spärlich findet sich primäre dunkelgrüne Hornblende, ebenfalls ohne sonderlich deutliche Krystallform.

Die Feldspathe zeigen dagegen häufig scharfe Formen. Sie sind zum Theil wasserhell und frisch, zeigen meist Karlsbader Zwillingsbildung, viele Individuen löschen vollkommen einheitlich aus, andere undulös, wolkig, noch andere lassen besonders vom Rande her deutliche gitterförmige Zwillingslamellirung nach Art des Mikroklin erkennen, welche sich nach Innen in die undulös auslöschende Hauptmasse unmerklich verliert. Demnach sind die klaren Feldspathe Orthoklas, zum Theil Mikroklin.

Die trüben Feldspathe sind von weisslichen Zersetzungsproducten erfüllt, zwischen denen öfters stark doppelbrechende glimmerähnliche Lamellen auftreten. Der farblose Feldspathgrund schimmert manchmal noch durch und lässt bisweilen, wo die Zerstörung noch nicht so weit vorgeschritten, Zwillingsstreifung erkennen. Die trüben Feldspathe wird man daher für Plagioklas zu halten haben. Beiderlei Feldspathe dürften sich der Menge nach ziemlich das Gleichgewicht halten.

Die Grundmasse besteht aus dreierlei Elementen. Der Menge nach sehr zurücktretend, aber für das Aussehen unter dem Mikroskop wichtig, sind sehr dünne Schuppen von Biotit, welche in der Regel vom Schliff durchschnitten als sehr schmale braune Leisten die farblose Grundmasse durchsetzen. Dann folgen der Menge nach schmal rechteckige Leisten von wasserklarem Feldspath, durchaus ungestreift, daher wohl für Orthoklas zu halten, an welche sich dann als Hauptbestandtheil der Grundmasse fein struirter Mikropegmatit in schöner Entwicklung anschliesst. Sehr spärlich findet man in dem letzteren hie und da ein solides Quarzkorn von unregelmässiger Gestalt; das letztere Mineral findet sich demnach fast ausschliesslich in der genannten Verwachsung mit dem Orthoklas der Grundmasse.

Zu erwähnen sind endlich noch hie und da auftretende Aggregate von feinstängeliger lichtgrüner Hornblende. Die Aggregate haben ganz unbestimmte Formen, beiläufig die Grösse der grösseren Feldspath-Einsprenglinge. Sie können ebensogut fremde Einschlüsse als Neubildungen nach einem verschwundenen Pyroxen darstellen.

Auffallend ist das Fehlen von Erzkörnern, die Seltenheit des Apatit (es wurden nur sehr wenige Säulchen davon beobachtet). Nach der mineralogischen Zusammensetzung und Structur gehört das Gestein zum Granophyr, einem Typus, der im Waldviertel bisher nicht bekannt war.

### Pilit-Kersantite.

Bei Spitz a. d. Donau fand Professor Pichler ein dunkelgraues fast schwarzes Gestein mit porphyrischer Textur; es lässt in schwarzgrauer Grundmasse hauptsächlich Feldspath-Einsprenglinge erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass man es mit einer porphyrischen Structurvarietät der Pilit-Kersantite zu thun hat.

Die mineralogische Zusammensetzung ist ganz die der Pilit-Kersantite: Plagioklas, Biotit, Augit, zum Theil in Umwandlung in Uralit begriffen, deutlicher Pilit.

Pilit und Plagioklas bilden grössere, Biotit und Augit kleinere Einsprenglinge in einer feinkörnigen Grundmasse, welche aus Plagioklas, Biotit, Augit (Uralit) gemengt ist, auch in nicht unbeträchtlicher Menge schwarze Erzkörner enthält, welche häufig sechsseitige Tafeln darstellen und Titaneisen sein dürften.

Die Zusammensetzung des Pilit aus blassgrüner divergentstrahliger strahlsteinartiger Hornblende mit eingestreutem Magnetit ist ganz typisch; nach aussen mengen sich braune Biotitschuppen ein, welche einen braun und grün gefleckten Saum um die Pseudomorphose bilden. Im Innern findet sich zwischen den Hornblendenadeln ein grünliches chloritähnliches Mineral.

Primäre Hornblende fehlt diesem Gestein gänzlich. Ebenso scheint auch kein Quarz vorhanden zu sein.

Bei dieser Gelegenheit mag auch erwähnt werden, dass das von mir unter den normalen Kersantiten erwähnte Gestein, welches an der Strasse zwischen Steinegg und St. Leonhardt im Granulit auftritt<sup>1)</sup>, richtiger zu den Pilit-Kersantiten zu stellen ist.

Im Sommer 1884 dort gesammelte Handstücke aus den im Strassenabhang befindlichen Blöcken geschlagen, zeigen an der Oberfläche bis 5 Millimeter grosse tiefe Gruben.

Im Dünnschliff findet sich der Pilit reichlich, häufig mit gut erhaltener Form. Zwischen den Hornblendenadeln des Inneren tritt hier häufig Talk auf; ob gleich ursprünglich direct aus dem Olivin, oder secundär aus der Hornblende entstanden, ist schwer zu entscheiden. Ich halte das erstere für wahrscheinlicher. Auch hier bildet brauner Biotit, der theilweise eine grüne Färbung annimmt und eine

<sup>1)</sup> Eruptivgesteine aus der Gneissformation etc. Diese Mitth. V, 165.

Umwandlung in Chlorit erfährt, einen braun und grün gefleckten Saum um die Pseudomorphose.

### **Pyroxen-Amphibolit vom „Aschauer“.**

Unweit der Strasse von Schiltingeramnt nach Gföhl fand Professor Pichler am Waldrand, W. vom Bauernhofe „Aschauer“, einen etwa  $\frac{1}{3}$  Meter grossen Block mit concentrischen Verwitterungsschalen; das Gestein desselben ist dunkelgrau mit bräunlicher Verwitterungsrinde. Einzelne bis 1 Centimeter grosse, deutlich spaltbare Körner von tiefschwarzer Farbe geben den Hornblendewinkel. Dieselben sind vielfach von anderer Gesteinsmasse durchbrochen und erinnern entfernt an die xenomorphen Diallage gewisser Gabbri.

Im Dünnschliff zeigt sich ein sehr buntes Bild. Braune Hornblende vielfach verwachsen mit lichtgrünem Augit, Granat, beiderlei Feldspath, Quarz, Titaneisen, Apatit, Titanit sind die Gemengtheile des Gesteines, welches in Structur und Aussehen der Gemengtheile vielfach an die weiter nördlich auftretenden Diallag-Amphibolite des Granulitgebietes erinnert.

Das Vorkommen derartiger Gemenge mitten im Gebiete des centralen Gneisses ist neu und bemerkenswerth als Bestätigung des alten Satzes: Keine Regel ohne Ausnahme.

### **Ueber „Kelyphit“ Schrauf.**

Im Jahre 1882 erschien in der „Zeitschrift f. Krystallographie“ Bd. VI, pag. 321, eine Arbeit von Professor Schrauf, in welcher derselbe pag. 358 „C. Die Metamorphose des Pyrop, a) die pyrogene Contactzone: Kelyphit“ das bekannte eigenthümliche Umwandlungsproduct der im Olivinfels eingeschlossenen Pyropkörner eingehend beschreibt und für dasselbe den Namen Kelyphit einführt. Ich will mich nicht in eine Discussion darüber einlassen, wie man sich die Entstehungsweise dieses Umwandlungsproductes zu denken hat. Schrauf denkt an eine pyrogene Umwandlung offenbar in der Voraussetzung, dass der Olivinfels in ähnlicher Weise wie Basalt oder Lava aus dem Schmelzfluss erstarrte.

Zur selben Zeit habe auch ich dasselbe Umwandlungsproduct aus ganz ähnlichen Gesteinen beschrieben.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. Diese Mitth., Bd. IV, pag. 323—326.



Ich erkannte dasselbe als ein Gemenge von zweierlei Substanzen, von denen die eine nach ihren mikroskopisch-optischen Merkmalen mit Sicherheit als Spinell bestimmt wurde, die andere wurde als ein Silicat der Pyroxen-Amphibolgruppe gedeutet.

Später hat Professor Schrauf Beobachtungen an den von mir untersuchten Vorkommen von Pyrop mit „Kelyphit“ von der Reutmühle angestellt<sup>1)</sup>, ohne meiner Beschreibung dieser Vorkommnisse zu erwähnen. Ich muss daher annehmen, dass dieselbe ihm entweder entgangen ist, oder aber, dass ihm meine Beschreibung unrichtig erschien.

Ich sehe mich dadurch veranlasst, einige Versuche mitzuthellen, welche die Richtigkeit der von mir aufgestellten Behauptung, das Umwandlungsproduct des Pyrop im Olivinfels sei ein Gemenge von Picotit mit einem Silicat der Pyroxen-Amphibolgruppe, wenigstens nach der einen Seite bestätigen.

An dem von mir l. c. und später von Professor Schrauf beschriebenen „Kelyphit“ von der Reutmühle ist das Gefüge stellenweise ein ziemlich grobes. In den Dünnschliffen ist es gar nicht schwer, sich zu überzeugen, dass die braunen Körner, die ich für Picotit halte, einfachbrechend sind. Die Angabe Schrauf's, der dieselben doppelbrechend beschreibt, dürfte wohl auf einer Täuschung beruhen. Es gelingt sehr leicht, mittelst Flusssäure und Salzsäure, das Kelyphitpulver theilweise zu zersetzen. Es hinterbleibt nach längerem Digeriren ein sehr feiner brauner Sand, welcher folgende Reactionen zeigt.

In der Boraxperle zeigt sich Reaction auf Eisen und deutlich auf Chrom.

Durch saures schwefelsaures Kalium wird das Pulver aufgeschlossen; die vollkommen klare Lösung enthält Eisen, Thonerde, Magnesia, keinen Kalk.

Das Pulver besteht unter dem Polarisationsmikroskope aus durchscheinenden hellbraunen isotropen Körnern.

Dasselbe zeigt also alle Eigenschaften eines Spinell.

Ich prüfte dann auch den sehr fein struirten „Kelyphit“ von Karlstätten, welcher dem Kelyphit von Krems bei Budweis, den Schrauf zuerst beschrieb, sehr ähnlich sieht. Es ist derselbe, dessen Aussehen durch die Abbildung in Cohen's Atlas, Taf. XIV, 2, bekannt gemacht ist.

<sup>1)</sup> Ueber Kelyphit. N. Jahrb. f. Min., 1834, II, 21.

Bei diesem sehr feinfaserigen „Kelyphit“ ist eine optische Prüfung der einzelnen Fasern im Dünnschliff nicht möglich. Ich glaubte auch für diese die Spinellnatur annehmen zu dürfen, da ich vielfach die feinen, stark lichtbrechenden Fasern, die dem Silicatgrund pegmatitisch eingewachsen sind, bis zu grösseren unzweifelhaften Spinellkörnern verfolgen konnte, die in der helleren Randzone der Pseudomorphosen liegen. (Vergl. die Abbildung: Diese Mitth., Bd. IV, Taf. II, Fig. 2.)

Die chemische Untersuchung gab auch hier die erwünschte Bestätigung.

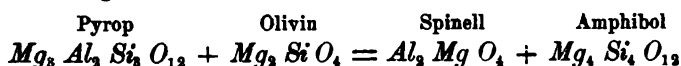
Zur Isolirung des Spinells diente hier wieder Flusssäure und Salzsäure.

Schwefelsäure darf nicht angewendet werden, da der Spinell hier so ausserordentlich fein vertheilt ist, dass die zum Abrauchen des Fluorsiliciums nöthige Erwärmung hinreicht, den grössten Theil des Spinell in der Schwefelsäure zu lösen. Nach der Zersetzung des Silicates mit dem angegebenen Gemenge hinterbleibt ein ungemein zartes Pulver von einfach brechenden Körnchen und zarten Fäserchen, welches sich nur langsam absetzt, sich in saurem schwefelsaurem Kalium aufschliessen lässt und die Reaction auf Chrom, Eisen, Thonerde, Magnesia zeigt, wie früher.

Somit ist bewiesen, dass der Kelyphit, Schrauf, ein Gemenge von einem Silicat mit einem chromhaltigen Spinell ist.

Die Natur des Silicates könnte wohl nur durch geeignete chemische Analysen erforscht werden, wobei für Trennung von dem Spinell Sorge getragen werden müsste. Die von Schrauf l. c. pag. 359 mitgetheilte Analyse würde sich als ein Gemenge von Spinell und Hornblende auffassen lassen, welche letztere zum Theil serpentinisirt sein könnte, um den Wassergehalt zu erklären. Ich beabsichtige, derartige Analysen an dem Kelyphit von der Reuttmühle durchzuführen.

Die Umwandlung des Pyrop in ein derartiges Gemenge lässt sich durch folgende Formel anschaulich machen:



Ohne Mitwirkung des Olivinsilicates würde die Umwandlung schwer zu deuten sein.

## XV. Notiz.

### Ueber die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalks.

In dem soeben erschienenen zweiten Hefte dieser Mittheilungen, pag. 122, veröffentlicht A. Becker eine Abhandlung, in der eine Reihe von Versuchen mitgetheilt werden, welche bezweckten das Calciumcarbonat zum Schmelzen zu bringen. Im Anschluss hieran gestatte ich mir einige Versuche mitzutheilen, welche ich im Laufe des vorigen Jahres ausgeführt hatte und die ähnliche Resultate ergaben.

Benutzt wurden kleine schmiedeeiserne Cylinder von 4 Centimeter Länge mit 2 Millimeter Wandstärke. Ihr innerer Durchmesser betrug 12 Millimeter. An dem einen Ende waren dieselben zugeschweisst, an dem anderen erfolgte der Verschluss durch Schrauben. Um diesen Abschluss möglichst vollkommen zu machen, wurde zwischen Schraube und Cylinderrand ein Platinplättchen gelegt, das zugleich den Vortheil hat, nicht wie das Kupfer zu schmelzen (vergl. Becker, pag. 134).

Bei dem ersten Versuche wurde fein gepulverte Kreide von Meudon in einem solchen Cylinder gebracht, und dieser damit vollgestampft. Nachdem der Cylinder in einem Schlösing'schen Ofen allmählig bis zur Weissgluth erhitzt worden war, wurde er nach dem Abkühlen durchgeschnitten, da sich die Schraube nicht mehr öffnen liess. Fast die gesammte Kreidemenge war zu kaustischem Kalk gebrannt, ohne dass dabei eine Verletzung des eisernen Gefässes stattgefunden hatte. Dass der Schraubenverschluss gute Dienste geleistet hatte, konnte man daraus ersehen, dass die Platinplättchen in Folge des Druckes der Kohlensäure in eine kleine Aushöhlung, die sich im Innern der Schraube befand, hineingetrieben worden war. Da glühendes Eisen für Gase durchlässig ist, so wird sich die Kohlensäure auf diesem Wege entfernt haben.

Um nun ein schnelles Entweichen der Kohlensäure zu verhindern und zugleich den ganzen Vorgang möglichst der Natur nachzuahmen, wurde bei dem zweiten Versuche ein wieder mit Kreide gefüllter Cylinder, anstatt denselben der Flamme des Schlösing'schen Brenners direct auszusetzen, in einen mit geschmolzenem Nephelinit vom Katzenbuckel gefüllten Tiegel gebracht, so dass er vollständig von der Schmelze umhüllt war und darauf langsam abgekühlt. Beim Oeffnen des Cylinders zeigte sich die Kreide zu einer weissen und festen Masse geworden, die jedoch bedeutend eingeschrumpft war. Der innere Durchmesser des Eisencylinders betrug 12 Millimeter, derjenige des compacten Kalksteincylinders aber nur 9.5 Millimeter, so dass sich das Volumen des letzteren um fast 30 Procent vermindert hatte.

Es geht hieraus, ebenso wie aus den Becker'schen Versuchen hervor, dass die Kreide nicht geschmolzen war, denn sonst hätte sich ja die Kalksteinmasse auf dem Boden des Gefässes ansammeln müssen. Calciumoxyd hatte sich nur in ganz unbedeutender Menge gebildet und fand sich an der inneren Cylinderwand vor.

Trotz ihrer inneren Festigkeit ist die gebildete Masse, die sich nicht mit dem Fingernagel ritzen lässt, noch etwas porös; sie haftet daher auch an der Zunge. Im Dünnschnitt stellt sie ein rein körniges Aggregat kleiner, farbloser Kalkspathindividuen dar, doch sind noch viele leere Zwischenräume vorhanden, die zum Theile jedoch

beim Schleifen entstanden sein dürften. Die Körnchen sind sämmtlich doppelbrechend und weisen im parallelen polarisirten Lichte dieselben lichtgraublauen Interferenzfarben auf, wie sie für den Kalkspath charakteristisch sind. Die einzelnen Individuen besitzen einen Durchmesser von 0·0045—0·012 Millimeter, im convergenten Lichte konnte daher kein Axenbild mehr wahrgenommen werden. Rhomboëdrische Spaltbarkeit konnte ebenso wenig, wie Zwillingsbildung beobachtet werden.

Untersucht man nun die unveränderte Kreide, so liefert diese unter dem Mikroskope ein ganz anderes Bild. Die Individuen sind sehr viel kleiner und besitzen zum Theile nur einen Durchmesser von 0·0001 Millimeter, sind oft zu Klümpchen aggregirt und zeigen bei gekreuzten Nicols sehr schön das stehende Kreuz. Die letztgenannte Erscheinung wird ebensowenig, wie die kugeligen Aggregate, in der erhitzten Substanz bemerkt.

Aus diesem Versuche geht demnach, in Uebereinstimmung mit den von Becker, ausgeführten, hervor, dass keine Schmelzung, sondern eigentlich ein Zusammensintern der Kreide stattgefunden hat. Zugleich mit diesem Vorgang erfolgte auch eine molekulare Umlagerung, die sich darin zu erkennen gibt, dass sich grössere einheitlich gestaltete Individuen gebildet haben. Sehr wahrscheinlich ist es, dass bei längerer Hitzeeinwirkung und genügendem Luftabschluss sich auch grobkrySTALLINISCHER Kalkstein bilden kann.

Ein in dieser Beziehung angestellter Versuch missglückte. Die in einem Biscuitiegel befindliche Nephelinitschmelze wurde nach dem Eintauchen des gefüllten Cylinders weiter erhitzt, aber gar bald fand eine lebhafte Kohlensäureentwicklung unter Aufschäumen statt. Beim Oeffnen des Gefässes zeigte sich in der That, dass der grösste Theil der Kreide zu kaustischem Kalk gebrannt war. Der Rest hatte dieselbe Beschaffenheit, wie die oben beschriebene Masse und war Calciumcarbonat.

Utrecht, 30. Juni 1885.

Arthur Wichmann.

## Literatur.

- Arzruni A.: Sopra uno scisto paragonitifero degli Urali. — Atti d. R. Accad. d. Sc. d. Torino, vol. XX.
- Derselbe: Schlesische und amerikanische Mineralien. — Naturw. Sct. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur. 1884.
- Beckenkamp J.: Zur Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Krystallen. Mit 3 Holzschn. — Zeitschr. f. Kryst. X. 1. 1885.
- Becker A.: Schmelzversuche mit Pyroxenen und Amphibolen und Bemerkungen über Olivinknollen. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1885.
- Bellati M. u. Romanese R.: Sul calore di trasformazione da unq ad altro sistema cristallino dell' azotato potassico. — Atti d. R. Istit. veneto d. sc., lett. ed arti. 1885.
- Bombicci L.: Corso di Litologia filoni metalliferi rocce — pietre edilizie — marmi. Manuale di petrografia per ingegneri, costruttori ecc. — Bologna. 1885.
- Derselbe: Considerazioni sopra la classificazione odottata per una collezione di litologia generale con quadri sinottici e catalogo sistematico. — R. Accad. d. Sc. d. Istit. d. Bologna. 1884.
- Derselbe: Sulle superficie elicoidi e paraboloidi nei romboedri detti selliformi di dolomite e di altri carbonati anidri. M. 1 T. — Ebenda. 1885.
- Bornhöft E.: Die geologischen Verhältnisse des Greifswalder Bodens. Inaug.-Diss. Greifswald. 1884.
- Brauns R.: Einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optisch anomaler Krystalle. — Inaug.-Diss. Marburg. 1885.
- Brefiosa R.: Estudios micro-mineralógicos. El dimorfismo de bisilicato de cal. M. 1 T. — An. d. l. Soc. Esp. d. Hist. nat. XIV. 1885.
- Brögger W. C.: Om katapleitens tvillinglove. — Geol. Föreningens i Stockholm Förhandl. VII. 7. Nr. 91.
- Derselbe: Foreløbig meddelelse om to nye norske mineraler, Låvenit og Cappelinit. — Ebenda. VII. 10. Nr. 94.
- Derselbe: Om en ny konstruktion af et isolationsapparat for petrografiske undersøgelse. — Ebenda VII. 7. Nr. 91.
- Calderon, M. Salvador: Les roches cristallines massives de l'Espagne. — Bull. d. l. soc. géol. d. France. 3. XIII. 1884.
- Commenda H.: Materialien zur landeskundlichen Bibliographie Oberösterreichs. — XLIII. Jahresber. d. Mus. Franc.-Car. in Linz. 1885.
- Dana E. S.: Ueber Herderit von Stoneham, Maine. M. 4 Holzschn. — Mineralogische Notizen. (1. Allanit, 2. Apatit, 3. Tysonit.) M. 2 Holzschn. — Zeitschr. f. Kryst. IX. 3. 1885.
- Famintzin A.: Studien über Krystalle u. Krystallite. M. 3 T. — Mém. d. l'Ae. Imp. d. Sc. d. St.-Petersb. VII S. XXXII. Nr. 10. 1884.
- v. Foullon H. B.: Ueber die Gesteine und Minerale des Arlbergtunnels. M. 1 K. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 35 B. 1. H. 1885.

- Fouqué M.: Explorations de la mission chargée de l'étude des tremblements de terre de l'Andalousie. — *Compt. rend. d. séanc. de l'Acad. d. Sc.* 1885.
- Genth F. A. u. G. vom Rath: On the Vanadates and Jodyrite, from Lake Valley, Sierra Co., New Mexico. M. 4 Hschr. — *Amer. Philos. Soc.* 1885.
- Gooch F. A.: On the separation of titanium and aluminium, with a note on the separation of titanium and iron. — *Proc. of the Am. Acad. of Arts and Sc.* XII.
- v. Groddeck A.: Zur Kenntniss der Zinnerzlagertätte des Mount Bischoff in Tasmanien. — *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 1884.
- Hatch Fr. H.: Hypersthenandesit aus Peru. — *N. Jahrb. f. Min. etc.* 1885. II.
- Hatle E.: Die Minerale des Herzogthums Steiermark. — Graz 1885. Leuschner u. Lubensky.
- Haushofer K.: Beiträge zur mikroskopisch-chemischen Analyse. — *Sitz.-Ber. d. k. bayer. Akad. d. Wiss.* 1885.
- Hussak E.: Ueber Einschlüsse und Ausscheidungen in Eruptivgesteinen; eine neue Dünnschliffsammlung von R. Fuess in Berlin. — *N. Jahrb. f. Min. etc.* II. 1885.
- Derselbe: Mineralogische und petrographische Mittheilungen aus Steiermark: I. Ueber den feldspathführenden körnigen Kalk von Stainz. II. Ueber Zwillingverwachsungen und Structur der Rutilkrystalle von Modriach. M. 1 T. — *Mitth. d. naturwiss. Ver. f. Steierm.* 1885.
- Irving R. D. and Van Hise C. R.: In secondary enlargements of mineral fragments. M. 6 T. — *Bull. of the United States geol. survey.* 1884. Nr. 8.
- v. John C.: Ueber die von Herrn Dr. Wähner aus Persien mitgebrachten Eruptivgesteine. — *Jahrb. d. k. k. geol. R.-A.* 1885. I. H.
- Klein C.: Mineralogische Mittheilungen XI. Optische Studien am Leucit. M. 1 T. *N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd.* III. 1885.
- Knop A.: Ueber die Beziehungen der Geologie des Kaiserstuhls zur Landwirtschaft. — *Ber. ü. d. XVIII. Vers. d. Oberrhein. geol. Vereines.*
- Derselbe: Ueber das Vorkommen von Sanidin und Spinell im körnigen Kalkstein der Schelinger Matten. — *Ebenda.*
- Derselbe: Ueber das Vorkommen freier Kieselsäure in den Basaltgesteinen der Limburg im Kaiserstuhl. — *Ebenda.*
- v. Lasaulx A.: Vorträge und Mittheilungen (opt. Verh. d. Korund; Referate; Blendezwillinge v. Bensberg; Liparite d. Siebengeb.) — *Sitz.-Ber. d. Niederrh. Ges. in Bonn* 1884/85.
- Liebisch Th.: Ueber die Totalreflexion an optisch einaxigen Krystallen. — *N. Jahrb. f. Min. etc.* 1885. I.
- Lorenzen J.: To petrografiske notiser: 1. Fossile traestammer fra Ujaragsugsuk på Disko; 2. Kryokonit. M. 1 T. — *K. Vet. Akad. s. Förhandl.* 1884. Nr. 5.
- Luedcke O.: Ueber die geometrischen und optischen Eigenschaften der Poly-Ammoniumsperjodide. M. 7 Holzschn. — *Correspbl. d. naturwiss. Ver. f. d. Prov. Sachsen u. Thür. in Halle.* 1885. II.
- Derselbe: Ueber Thüringer Mineralvorkommnisse (Orthit, Datolith, Albit, Anatas). M. 6 Holzschn. — *Zeitschr. f. Kryst.* X. 2 u. 3. 1885.
- Meyer A. B.: Ein weiterer Beitrag zur „Nephritfrage“. — *Mitth. d. Anthropol. Ges. in Wien.* 1885.

- Moore G. E. u. von Zepharovich, V.: Kallait pseudomorph nach Apatit aus Californien. M. 2 Holzschn. — Zeitschr. f. Kryst. X. 2. u. 3. 1885.
- Morton C.: Några goniometrisk bestämningar å kalkspat från Arendal, Kongsberg, Utö och Bamle. M. 1 T. — K. Vet. Akad. Förhandl. 1884.
- Mügge O.: Zur Kenntnis der durch secundäre Zwillingbildung bewirkten Flächen-Verschiebungen. M. 1 T. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. II.
- Niedźwiedzki J.: Beitrag zur Kenntnis der Salzformation von Wieliczka und Bochnia, sowie der an diese angrenzenden Gebirgsglieder. III. M. 1 T. — Lemberg. 1884.
- Rath G. v.: Mineralogische Notizen. 1. Quarze a. Alex.-Co, Nord-Carolina. 2. Stephanit a. Mexico. 3. Tridymit v. Krakatau. 4. Colemanit a. Californien. M. 2 Taf. u. 3 Hschn. — Verhandlgn. d. Naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. 1884.
- Derselbe: Vorträge und Mittheilungen. (Zwei Gesteinsvorkommnisse mit sphärischer Structur. Glimmer v. Branchville, Glimmer v. Portland. Quarze a. Burke-Co., Nord-Carolina. Aragonit v. Fort Collins, Colorado). — Sitzber. d. Niederrhein. Ges. z. Bonn. 1885.
- Renard A.: Recherches s. l. composition et l. structure d. Phyllades Ardennais. III. partie, a. II. pl. — Bull. d. Mus. Roy. d'hist. nat. d. Belg.; t. III. 1884.
- Rinne F.: Ueber Milarit, Apophyllit und Rutil. M. 1 T. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. II.
- Rodler A.: D. verticale Vertheilg. d. Temperaturschwankungen um d. Frostpunkt in d. Schweiz. — Oest. Zeitschr. f. Meteor. Jänner 1885.
- Rosenbusch H.: Ein Beitrag zur Morphologie des Leucits. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. II.
- Rutley Fr.: On fulgurite from Mont Blanc; with a note on the bouteillenstein, or pseudo-chrysolite of Moldanthein, in Bohemia. M. 1 T. — Quart. Journ. Geol. Soc. 1885.
- Derselbe: On brecciated porfido-rosso antics. M. 1 Holzschn. — Ebenda.
- Sansoni Fr.: Sulle forme cristalline d. calcite di Andreasberg (Harz). — R. Acc. dei Lincei. 1884.
- Schalch F.: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Section Johannegeorgenstadt, Blatt 146. — Leipzig. 1885.
- Schmidt A.: Ueber die Minerale von Pelsőcz-Ardó. — Die Minerale eines Andesits von der Umgegend von Málnás. M. 1 T. — Zeitschr. f. Kryst. etc. X. 2 u. 3. 1885.
- Solly R. H.: On the tetartohedral development of a crystal of Tourmaline. M. 3 Fig. — The Mineralog. Magazine. 1884.
- Derselbe: Fine crystals of pale calcite from Takerville mine, near Shelve, Shropshire. — The min. magaz. 1884.
- Stelzner A.: Die Entwicklung der petrographischen Untersuchungsmethoden in den letzten 50 Jahren. Mit besonderer Berücksichtigung der mechanischen Gesteinsanalyse. — Festschr. d. Isis in Dresden. 1885.
- Struever G.: Contribuzioni alla mineralogia dei vulcani Sabatini. Parte I. Sui proietti minerali vulcanici trovati ad est del lago di Bracciano. — R. Accad. d. Linc. 1884/85.

## **XVI. Ueber die chemische Zusammensetzung einiger seltener Minerale aus Ungarn.<sup>1)</sup>**

Von Dr. Ludwig Sipöcz.

Durch die mathematisch - naturwissenschaftliche Classe der königl. ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Budapest wurde im Jahre 1879 eine Aufforderung zur Uebernahme von wissenschaftlichen Untersuchungen erlassen, durch welche insbesondere die Kenntniss der heimatlichen Verhältnisse in naturwissenschaftlicher Richtung gefördert werden sollte. Auf Grund meiner diesbezüglichen Concurrenz wurde mir die Ehre zu Theil, mit der chemischen Untersuchung nachfolgender 14 Minerale von ungarischen Fundorten betraut zu werden:

Sylvanit von Offenbánya;  
Krennerit von Nagyág;  
Nagyágit von Nagyág;  
Wolframit von Felsöbánya;  
Wehrilit von Deutsch-Pilsen;  
Nickelerz aus Orawitz;  
Graues Nickelerz von Dobsina;  
Rothnickel von Dobsina;  
Semseyt von Felsöbánya;  
Zinkblende von Kapnik;

<sup>1)</sup> Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturwissenschaftlichen Classe der königl. ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Budapest am 18. Mai 1885.  
Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1886. (Ludwig Sipöcz.)



Zinkblende von Nagyág;  
 Zinkblende von Rodna;  
 Zinkblende von Schemnitz;  
 Bournonit von Nagyág.

Die zur chemischen Untersuchung notwendigen Quantitäten der ebengenannten Minerale verdanke ich, mit Ausnahme des Wehrlits, der ausserordentlichen Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. J. Krenner, Vorstandes der mineralogisch-geologischen Abtheilung des National-Museums zu Budapest. Ich wurde dadurch mit einem durchwegs sehr reinen Materiale versorgt und hatte die grössten Garantien für die Verlässlichkeit der Angaben über die Fundorte.

### Sylvanit von Offenbánya.

Silberweisse, tafelige und säulige Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 0.7497 Gramm Sylvanit bei  $23.8^{\circ}\text{C.} = 8.0873$ ; ein zweitesmal bei Verwendung von 0.7487 Gramm Sylvanit bei  $23.6^{\circ}\text{C.} = 8.0592$ ; somit im Mittel  $= 8.0733$ .

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Silber, Kupfer, Gold, Eisen und Tellur.

Bei der quantitativen Analyse wurde die Aufschliessung des fein gepulverten und getrockneten Mineralen nach der Methode von Berzelius und H. Rose<sup>1)</sup> mit trockenem Chlorgas in dem von mir<sup>2)</sup> modificirten Apparate vorgenommen. Die nicht flüchtigen Chlorverbindungen wurden mittelst warmer verdünnter Chlorwasserstoffsäure vom Porcellanschiffchen entfernt, zur Trocknis verdampft und mit Königswasser digerirt. Nach Zerstörung des Salpetersäureüberschusses durch Chlorwasserstoffsäure, wurde der unlösliche Theil von der chlorwasserstoffsäuren Lösung durch Filtration getrennt. Der aus Chlorsilber und minimalen Mengen von Quarz bestehende unlösliche Antheil wurde zur Trennung des Silberchlorides mit warmem verdünntem Ammon digerirt, worauf im Filtrate das Chlorsilber mittelst Salpetersäureüberschuss abgeschieden, als Chlorsilber gewogen und daraus

<sup>1)</sup> Handbuch der analytischen Chemie von H. Rose. VI. Auflage, herausgegeben von R. Finkener, II. Band, pag. 479.

<sup>2)</sup> Ueber Miargyrit und Kennigottit von L. Sipöcz; J. Liebig's Annalen der Chemie. Band 188, pag. 345; ferner: Diese Mittheilungen 1877, II. Heft, pag. 213.

das Silber berechnet wurde. Aus der chlorwasserstoffsaurer Lösung wurde, nach Verjagen des Säureüberschusses und Umwandlung der Chloride in Sulfate mittelst geringer Mengen verdünnter Schwefelsäure, das Gold durch Zusatz von Oxalsäure und längeres Stehenlassen der Lösung am warmen Orte metallisch abgeschieden. Aus der vom Gold befreiten Lösung wurde das Kupfer durch Schwefelwasserstoff als Kupfersulfid abgeschieden und nach entsprechender Behandlung als Kupferoxyd gewogen. Im Filtrate von Kupfersulfid wurde nach Neutralisation mit Ammon und Zusatz von wenigen Tropfen von Schwefelammonium das Eisen als Eisensulfür abgeschieden und nach entsprechender Behandlung als Eisenoxyd gewogen.

Im flüchtigen Theil wurde nach Verjagen von überschüssigem Chlor und nach mehrmaligem andauerndem Einleiten von Schwefligsäuregas das Tellur zur Abscheidung gebracht, auf ein Glaswollfilter abfiltrirt, getrocknet und als metallisches Tellur in Rechnung gebracht.

0·7406 Gramm Sylvanit von Offenbánya ergaben: 0·0015 Gramm Quarz, 0·1040 Gramm Chlorsilber und 0·0097 Gramm Silber entsprechend 0·08797 Gramm Silber, 0·1912 Gramm Gold, 0·0010 Gramm Kupferoxyd entsprechend 0·0008 Gramm Kupfer, 0·0043 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0030 Gramm Eisen und 0·4616 Gramm Tellur.

Diesen Ergebnissen entspricht die nachfolgende procentische Zusammensetzung:

Quarz . . . .	0·20	Procent
Silber . . . .	11·88	"
Gold . . . .	25·82	"
Kupfer . . . .	0·10	"
Eisen . . . .	0·40	"
Tellur . . . .	62·32	"
	<hr/>	
	100·72	

Nach Weglassung des geringen Quarzgehaltes erhält man folgende procentische Zusammensetzung:

Silber . . . .	11·90	Procent
Gold . . . .	25·87	"
Kupfer . . . .	0·10	"
Eisen . . . .	0·40	"
Tellur . . . .	62·45	"
	<hr/>	
	100·72	

Die Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen ergibt folgende Verhältniszahlen:

Silber	<i>Ag</i>	. . . . .	11·90	Procent : 108 = 0·1101	} 0·2421 = 1
Gold	<i>Au</i>	. . . . .	25·87	" : 196 = 0·1320	
Kupfer	<i>Cu</i>	. . . . .	0·10	"	
Eisen	<i>Fe</i>	. . . . .	0·40	"	
Tellur	<i>Te</i>	. . . . .	62·45	" : 128 = 0·4879	= 2

Somit entspricht die gefundene procentische Zusammensetzung am nächsten dem Mischungsverhältnis von:



Es berechnet sich hieraus:

$$\begin{array}{rcl} \text{Ag}_5 & = & 540 = 11·91 \text{ Procent} \\ \text{Au}_6 & = & 1176 = 25·95 \quad " \\ \text{Te}_{12} & = & 2816 = 62·14 \quad " \\ \hline & & 4532 \end{array}$$

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Procente mit den nach obiger Formel berechneten Werthen recht gut übereinstimmen:

	berechnet:	gefunden:
Silber . . . . .	11·91	11·90
Gold . . . . .	25·95	25·87
Tellur . . . . .	62·14	62·45

### Krennerit von Nagyág.

Lichtstahlgraue, stark geriefte, würflige und prismatische Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 0·3150 Gramm Krennerit bei 23·4° C. = 8·6301; ein zweitesmal bei Verwendung von 0·3148 Gramm Krennerit bei 23·2° C. = 8·1766; also im Mittel = 8·3533.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Silber, Gold, Kupfer, Eisen, Tellur und Antimon.

Bei der quantitativen Analyse wurde die Aufschliessung des fein gepulverten und getrockneten Mineralen nach der Methode von Berzelius und H. Rose<sup>1)</sup> mit trockenem Chlorgase in dem von mir<sup>2)</sup> modificirten Apparate vorgenommen. Im flüchtigen Theile

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

wurde nach Verjagen vom überschüssigen Chlor, das Tellur nach mehrmaligem andauerndem Einleiten von Schwefligsäuregas zur Abscheidung gebracht, auf ein Glaswollfilter abfiltrirt, getrocknet und als Tellur gewogen, worauf aus dem von Schwefligsäure befreiten Filtrate von Tellur das Antimon nach der von R. Bunsen<sup>1)</sup> angegebenen Methode als Antimonpentasulfid abgeschieden und nach Waschen mit Alkohol, reinem Schwefelkohlenstoff und Alkohol nach dem Trocknen bei 110° C. als Antimonpentasulfid gewogen.

Die nicht flüchtigen Verbindungen wurden mit warmer verdünnter Chlorwasserstoffsäure vom Porcellanschiffchen entfernt, zur Trocknis verdampft und mit einigen Tropfen Königswasser digerirt. Der in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand bestand aus Chlorsilber und Spuren von Quarz; derselbe wurde zur Trennung mit warmem Ammon behandelt, worauf in dem Filtrate das Chlorsilber mittelst Salpetersäure abgeschieden und gewogen wurde. Die chlorwasserstoffsäure Lösung wurde nach Abdampfen und Verjagen von Chlorwasserstoffsäure mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure behandelt, um aus den Chloriden Sulfate zu bilden und das Gold aus der schwefelsauren Lösung mittelst Oxalsäure abgeschieden. Nachdem auf erneuerten Zusatz von Oxalsäure nach längerem Stehen eine weitere Ausscheidung von Gold nicht erfolgte, so wurde das Kupfer mittelst Schwefelwasserstoff ausgefällt und nach entsprechender Behandlung als Kupferoxyd gewogen. Im Filtrate von Kupfersulfid wurde nach Neutralisation mit Ammon und Zusatz von einigen Tropfen von Schwefelammonium das Eisen als Eisensulfür abgeschieden und schliesslich nach entsprechender Behandlung als Eisenoxyd gewogen.

0·3093 Gramm Krennerit von Nagyág ergaben: 0·0071 Gramm Quarz, 0·0135 Gramm Chlorsilber und 0·0076 Gramm metallisches Silber entsprechend 0·0177 Gramm Silber, 0·1051 Gramm Gold, 0·0013 Gramm Kupferoxyd entsprechend 0·0010 Gramm Kupfer, 0·0026 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0018 Gramm Eisen, 0·1771 Gramm Tellur und 0·0033 Gramm Antimonpentasulfid entsprechend 0·0020 Gramm Antimon.

<sup>1)</sup> Trennung des Antimons vom Arsenik von R. Bunsen. Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 192, pag. 305.

Diesen Ergebnissen entspricht nachfolgende procentische Zusammensetzung:

Quarz . . . . .	2.29	Procent
Silber . . . . .	5.74	"
Gold . . . . .	33.97	"
Kupfer . . . . .	0.33	"
Eisen . . . . .	0.58	"
Tellur . . . . .	57.26	"
Antimon . . . . .	0.64	"
	<u>100.81</u>	

Nach Weglassung des geringen Quarzgehaltes erhält man folgende procentische Werthe:

Silber . . . . .	5.87	Procent
Gold . . . . .	34.77	"
Kupfer . . . . .	0.34	"
Eisen . . . . .	0.59	"
Tellur . . . . .	58.60	"
Antimon . . . . .	0.65	"
	<u>100.82</u>	

Die Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen ergibt folgende Verhältniszahlen:

Silber . . . . .	5.87	Procent	: 108 = 0.05435	1.0	3.0
Gold . . . . .	34.77	"	: 196 = 0.1774	3.26	9.8
Kupfer . . . . .	0.34	"			
Eisen . . . . .	0.59	"			
Tellur . . . . .	58.60	"	: 128 = 0.4578	8.42	25.3
Antimon . . . . .	0.65	"	: 120 = 0.0054		

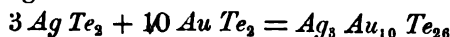
Das relative Verhältniß zwischen Silber und Gold ist:

$Ag : Au$

1 : 3.33

3 : 10

Die oben ermittelte procentische Zusammensetzung kommt folgendem Mischungsverhältniß am nächsten:



aus dem sich berechnet:

Silber $Ag_3$	= 324 = 5.77	Procent
Gold $Au_{10}$	= 1960 = 34.93	"
Tellur $Te_{26}$	= 3328 = 59.30	"
	<u>5612</u>	

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Werthe mit den nach obiger Formel berechneten recht gut übereinstimmen:

	berechnet:	gefunden:
Silber . . . . .	5·77 Procent	5·87 Procent
Gold . . . . .	34·93 „	34·77 „
Tellur . . . . .	59·30 „	58·60 „

### Nagyágit von Nagyág.

Bleigraue, rectanguläre, tafelförmige Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 1·2058 Gramm Nagyágit bei 27·6° C. = 7·4755; ein zweitesmal bei Verwendung von 1·2027 Gramm Nagyágit bei 27·8° C. = 7·4471; demnach als Mittel: **7·4613**.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Blei, Gold, Eisen, Schwefel, Tellur und Antimon.

Bei der quantitativen Analyse wurde die Aufschliessung des fein gepulverten und getrockneten Mineralen nach der Methode von Berzelius und H. Rose<sup>1)</sup> mit trockenem Chlorgase in dem von mir<sup>2)</sup> modificirten Apparate vorgenommen. Im flüchtigen Theil wurde nach Verjagen des überschüssigen Chlors die Schwefelsäure aus der heissen Lösung durch vorsichtigen Zusatz von Baryumchlorid ausgefällt, das Baryumsulfat unter den nothwendigen Cauteilen geglüht und daraus der Gehalt an Schwefel berechnet. Aus dem Filtrate von Baryumsulfat wurde der überschüssige Baryt durch vorsichtigen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure ausgefällt, worauf das Filtrat zur Abscheidung von Tellur öfters und andauernd mit Schwefligsäuregas gesättigt, das ausgeschiedene Tellur auf ein Glaswollfilter gebracht, mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure gewaschen und nach dem Trocknen bei 110° C. als metallisches Tellur gewogen, beziehungsweise in Rechnung gebracht. Nach vollkommener Ausscheidung des Tellurs wurde die Schwefligsäure mit überschüssigem Chlorwasser zerstört und die bedeutend eingeengte Flüssigkeit mit wenig Chlorwasserstoffsäure aufgenommen. In die mit Wasser verdünnte heisse Lösung wurde hierauf zur Abscheidung des Antimons als Schwefelantimon unter fortgesetztem Erwärmen Schwefelwasserstoffgas geleitet,

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

der Niederschlag auf ein Glaswollfilter gebracht, mit Alkohol, reinem Schwefelkohlenstoff, wieder mit Weingeist gewaschen und nach dem Trocknen ein Theil in antimonsaures Antimonoxyd übergeführt und hieraus das Antimon berechnet. Im Filtrate von Schwefelantimon wurde nach Neutralisation mit Ammon und Zusatz von etwas Schwefelammonium eine geringe Menge von Eisen als Eisensulfür abgeschieden, mit jenem vom nichtflüchtigen Theile vereinigt, als Eisenoxyd gewogen.

Die nichtflüchtigen Chlorverbindungen wurden durch warme verdünnte Chlorwasserstoffsäure vom Porcellanschiffchen entfernt, zur Trocknis verdampft und mit wenig Königswasser digerirt. Nach Zerstörung des Salpetersäureüberschusses durch Chlorwasserstoffsäure wurde der geringe Quarzrückstand abfiltrirt und das Blei mittelst verdünnter Schwefelsäure unter Zusatz von Alkohol ausgefällt, der Niederschlag unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln abfiltrirt und als Bleisulfat gewogen. Das mässig erwärmte Filtrat vom Bleisulfat wurde zur Abscheidung von Gold mit Oxalsäure versetzt, nach längerem Stehen an einem mässig warmen Orte das ausgeschiedene Gold abfiltrirt und gewogen. Im Filtrate vom Gold wurde das Eisen nach Neutralisation mit Ammon mittelst Schwefelammonium als Eisensulfür abgeschieden, mit dem aus dem flüchtigen Theile gewonnenen Schwefeleisen vereinigt und nach entsprechender Behandlung als Eisenoxyd gewogen.

0·5937 Gramm Nagyagit gaben: 0·0013 Gramm Quarz, 0·4927 Gramm schwefelsaures Blei entsprechend 0·3366 Gramm Blei, 0·0445 Gramm Gold, 0·0035 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·00247 Gramm Eisen, 0·4643 Gramm schwefelsaures Baryum entsprechend 0·06377 Gramm Schwefel, 0·1050 Gramm Tellur und 0·05548 Gramm antimonsaures Antimonoxyd entsprechend 0·0438 Gramm Antimon.

Diesen Ergebnissen entspricht folgende procentische Zusammensetzung:

Quarz . . . . .	0·22	Procent
Blei . . . . .	56·69	"
Gold . . . . .	7·49	"
Eisen . . . . .	0·41	"
Schwefel . . . . .	10·74	"
Tellur . . . . .	17·68	"
Antimon . . . . .	7·37	"
	100·60	

Nach Weglassung des geringen Quarzgehaltes erhält man folgende procentische Zusammensetzung:

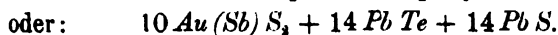
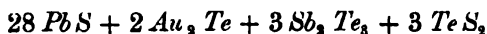
Blei . . . . .	56·81	Procent
Gold . . . . .	7·51	"
Eisen . . . . .	0·41	"
Schwefel . . . . .	10·76	"
Tellur . . . . .	17·72	"
Antimon . . . . .	7·39	"
	<u>100·60</u>	

Die Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen ergibt folgende Verhältniszahlen:

Blei . . . . .	56·81	Procent	: 207 = 0·2744	7·16	14·3
Gold . . . . .	7·51	"	: 196 = 0·0383	1·00	2·0
Eisen . . . . .	0·41	"			
Schwefel . . . . .	10·76	"	: 32 = 0·3362	8·77	17·5
Tellur . . . . .	17·72	"	: 128 = 0·1384	3·61	7·2
Antimon . . . . .	7·39	"	: 120 = 0·0616	1·607	3·2

Aus der gefundenen procentischen Zusammensetzung berechnet sich die Formel:  $Pb_{38} Au_4 Te_{14} Sb_6 S_{34}$

welche man auflösen kann in



Aus  $Pb_{38} Au_4 Te_{14} Sb_6 S_{34}$  berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

Blei	$Pb_{38} = 5796 = 56·94$	Procent
Gold	$Au_4 = 784 = 7·70$	"
Tellur	$Te_{14} = 1792 = 17·60$	"
Antimon	$Sb_6 = 720 = 7·07$	"
Schwefel	$S_{34} = 1088 = 10·69$	"
	<u>10180</u>	

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Procente mit den aus obiger Formel berechneten Werthen recht gut übereinstimmen:

	berechnet:	gefunden:
Blei . . . . .	56·94 Procent	56·81 Procent
Gold . . . . .	7·70 "	7·51 "
Tellur . . . . .	17·60 "	17·72 "
Antimon . . . . .	7·07 "	7·39 "
Schwefel . . . . .	10·69 "	10·76 "



### Wolframit von Felsőbánya.

Schwarze prismatische und tafelartige Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 1·1392 Gramm Wolframit bei 22·4° C. = 7·4604; ein zweitesmal bei Verwendung von 1·1385 Gramm Wolframit bei 22·2° C. = 7·4558; demnach im Mittel: 7·4581.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Wolfram, Eisen und Mangan.

Bei der quantitativen Untersuchung wurden 0·6789 Gramm fein gepulverter Wolframit in einem langhalsigen Kolben mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure unter Zusatz von wenig Salpetersäure durch 12 Stunden gekocht, wobei sich die ausgeschiedene Wolframsäure als ein gelber Niederschlag abschied. Der Gesammtinhalt des Kolbens wurde zur Entfernung des Säureüberschusses in einer Porcellanschale im Wasserbade eingengt und der Rückstand zur vollen Ausscheidung der Wolframsäure durch 8 Stunden getrocknet. Nach mehrmaliger Digestion mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure wurde die ungelöst gebliebene Wolframsäure auf ein Filter gebracht, worauf aus den sauren Waschflüssigkeiten nach deren Verdampfung zur Trocknis und darauffolgender Digestion mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure noch geringe Mengen von Wolframsäure ausgeschieden wurden. Die Wolframsäure ergab nach dem Lösen in heissem Ammon eine geringe Spur unlöslichen Rückstand; sie wurde in einem gewogenen Porcellantiegel vom Ammonüberschuss durch Abdampfen befreit, mit Salpetersäure befeuchtet und nach darauffolgendem Glühen als Wolframsäureanhydrid gewogen. Dieses Wolframsäureanhydrid war rein lichtgelb, ohne Spur grünlicher Färbung und löste sich in warmer Natronlauge vollständig auf. Da die qualitative Analyse die Abwesenheit von Calcium ergeben hatte, so wurde das Filtrat von der Wolframsäure durch Eindampfen vom Säureüberschuss befreit, hierauf das Eisen vom Mangan, nach Neutralisation mit kohlen-saurem Natron und Zusatz von essigsaurem Natron, mittelst bernsteinsaurem Natron getrennt. Das Eisenoxyd wurde nach Auflösen in Chlorwasserstoffsäure und Fällung mit Ammon als Eisenoxyd gewogen, das Mangan hingegen als Mangansulfid bestimmt.

0·6789 Gramm Wolframit gaben 0·5169 Gramm Wolframsäureanhydrid, 0·1182 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·10638 Gramm



ergab, dass sowohl Gyps als auch Steinsalz durch die Kanten des Wehrlit geritzt werden, und dass die Spaltungsfläche einerseits durch Kalkspath, andererseits schon durch Steinsalz geritzt werden. Demnach ist die Härte von Wehrlit an den Spaltflächen etwas unter 2. an den Kanten etwas über 2.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes, sowie zu den quantitativen Bestimmungen wurden vom Materiale aus Budapest nur vollkommen ausgesuchte und von der dünnen Kruste sorgfältig befreite Platten verwendet, während bei dem geringen Materiale aus dem k. k. Hofmineralien cabinet in Wien, die Entfernung der dünnen Kruste allzu grossen Verlust verursacht hätte.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes wurde mittelst des Pyknometers nur mit dem Materiale aus Budapest ausgeführt und ergab bei drei Bestimmungen folgende Werthe:

1·6704 Gramm Wehrlit bei 24·6° C. = 8·419

1·6637       "       "       "       24·6° C. = 8·348

1·6614       "       "       "       24·2° C. = 8·336

somit im Mittel = 8·368.

Die qualitative Prüfung ergab als Bestandtheile — bei dem Materiale aus dem mineralogischen Institute zu Budapest: Silber, Wismuth, Tellur und Spuren von Eisen; — bei dem Materiale aus dem kaiserl. Hofmineralien cabinet in Wien: Silber, Wismuth, Tellur, Schwefel und Spuren von Eisen. — Die wiederholten Prüfungen auf Selen ergaben ein negatives Resultat.

Die quantitativen Bestimmungen wurden nach folgenden Methoden ausgeführt:

Bei dem Materiale A aus Budapest wurde das fein gepulverte Mineral in beiden Fällen (Analyse A<sub>I</sub> und A<sub>II</sub>) mit Salpetersäure oxydirt und nach Verjagen der überschüssigen Salpetersäure, die rückständige Masse mit verdünnter Salpetersäure extrahirt. Bei der Analyse A<sub>I</sub> wurde nach Abscheidung des Silbers als Chlorsilber, im Filtrate das Tellur durch andauerndes Einleiten von Schwefeldioxyd ausgefällt, der Tellurniederschlag auf einem Glaswollfilter gesammelt, gut gewaschen und schliesslich bei 120° C. getrocknet.<sup>1)</sup> Im Filtrate vom Tellur wurde das Wismuth mittelst Schwefelwasserstoff als Schwefelwismuth ausgefällt, der Niederschlag mit Salpetersäure sehr

<sup>1)</sup> Auf einen Gehalt von Wismuth geprüft, enthielt die Gesamtmenge von Tellur nur 0·001 Gramm Wismuth.

vorsichtig oxydirt, das Wismuthoxyd nach schwachem Glühen mittelst Cyankalium zu metallischem Wismuth reducirt und das erhaltene Metallkorn gewogen. Aus dem Filtrate vom Schwefelwismuth wurde das Eisen als Schwefeleisen ausgefällt und als Eisenoxyd gewogen. Bei der Analyse A<sub>II</sub> wurde das Filtrat vom Chlorsilber mit Ammoniak vorsichtig neutralisirt und das Wismuth durch Verdünnen mit viel Wasser als basisches Chlorwismuth ausgefällt. Der Niederschlag vom basischen Chlorwismuth wurde auf ein Glaswollfilter gebracht und getrocknet. Da dieser Niederschlag Tellur<sup>1)</sup> enthielt, so wurde derselbe mit reinem Cyankalium  $\frac{1}{4}$  Stunde lang geschmolzen, die Schmelze öfters ausgekocht, das Metallkorn von Wismuth getrocknet und gewogen. Aus der roth gefärbten Lösung von Tellurcyankalium wurde das Tellur durch anhaltendes Durchleiten von atmosphärischer Luft zur Fällung gebracht. Das abfiltrirte Tellur wurde in wenig verdünnter Salpetersäure gelöst und nach Verjagen des Säureüberschusses durch längeres Einleiten von Schwefeldioxyd wiedergefällt, abfiltrirt und nach dem Trocknen bei 120° C. als Tellur gewogen. Im Filtrate vom Wismuthoxychlorid wurde nach vorangegangener Concentration das Tellur durch mehrmaliges Einleiten von Schwefeldioxyd ausgefällt, mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure gewaschen, auf ein Glaswollfilter gebracht und als Tellur gewogen. Nach vollständiger Abscheidung des Tellurs wurde das durch Abdampfen concentrirte Filtrat zur Oxydation der schwefligen Säure mit Chlorgas behandelt, die Spuren Wismuth als Schwefelwismuth abgeschieden und als Wismuthoxyd gewogen, ferner das Eisen nach Abscheidung mittelst Schwefelammonium als Eisenoxyd bestimmt.

Bei dem Material B (aus dem kaiserl. Hofmineraliencabinet in Wien) wurde das feingepulverte und getrocknete Mineral nach der Methode von Berzelius und H. Rose<sup>2)</sup> in trockenem Chlorgase in dem von mir<sup>3)</sup> modificirten Apparate aufgeschlossen. Der nicht flüchtige Theil bestand nur aus Chlorsilber. Im flüchtigen Theile wurde nach Abscheidung der Schwefelsäure als schwefelsaures Baryum und darauf folgender Entfernung des überschüssigen Barytes mittelst

<sup>1)</sup> Diese Trennungsmethode ergab bei einer Vorprüfung und insbesondere bei der zeitlich zuerst ausgeführten Analyse B (kaiserl. Hofmineraliencabinet in Wien) ein sehr gutes Resultat, indem das Wismuthoxychlorid frei von Tellur war.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> l. c.

verdünnter Schwefelsäure, die Flüssigkeit mit Ammoniak bis zur beginnenden Trübung neutralisirt und das Wismuth durch sehr viel Wasser als Wismuthoxychlorid ausgefällt. Das auf einem Glaswollfilter gesammelte und bei 110° C. getrocknete Wismuthoxychlorid war frei von Tellur und gab nach der Reduction mittelst Cyankalium zu metallischem Wismuth, mit dem aus Wismuthoxychlorid berechneten übereinstimmendes Gewicht. Aus dem Filtrate von Wismuthoxychlorid wurde nach mehrmaligem Einleiten von Schwefligsäuregas das Tellur vollkommen ausgeschieden und schliesslich das Eisen als Eisensulfür abgeschieden, resp. als Eisenoxyd gewogen.

Die Ergebnisse der quantitativen Analyse sind:

A. Wehrilit aus der königl. Universitätsammlung zu Budapest:

I. 0.7265 Gramm Wehrilit gaben 0.0298 Gramm Chlorsilber und 0.0097 Gramm metallisches Silber entsprechend 0.0321 Gramm Silber, 0.4305 Gramm Wismuth, 0.2572 Gramm Tellur und 0.0030 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0.0021 Gramm Eisen.

II. 0.6418 Gramm Wehrilit gaben 0.0253 Gramm Chlorsilber und 0.0087 Gramm metallisches Silber entsprechend 0.0277 Gramm Silber, 0.3831 Gramm Wismuth, 0.2281 Gramm Tellur und 0.0027 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0.0019 Gramm Eisen.

B. Wehrilit aus dem k. k. Hofmineraliencabinet in Wien:

0.5515 Gramm Wehrilit gaben 0.0027 Gramm metallisches Silber, 0.0537 Gramm schwefelsaures Baryum entsprechend 0.0074 Gramm Schwefel, 0.3862 Gramm Wismuth, 0.1573 Gramm Tellur und 0.0041 Gramm Eisenoxyd, entsprechend 0.0029 Gramm Eisen.

Diesen Ergebnissen entsprechen die nachfolgenden procentischen Zusammensetzungen:

	A.			B.
	Mineralogisches Institut der königl. Universität zu Budapest			K. k. Hofmineralien- cabinet in Wien
	I.	II.	Mittel	
Silber . . .	4.42	4.32	4.37	0.48
Wismuth . . .	59.23	59.70	59.47	70.02
Eisen . . .	0.29	0.29	0.29	0.52
Tellur . . .	35.39	35.54	35.47	28.52
Schwefel . .	—	—	—	1.33
			99.60	100.87

Nach Weglassung des geringen Eisengehaltes verbleiben folgende procentische Werthe:

	A. Mineralogisches Institut der königl. Universität zu Budapest	B. K. k. Hofmineralien- cabinet in Wien
Silber . . . . .	4·37 Procent	0·48 Procent
Wismuth . . . . .	59·47 „	70·02 „
Tellur . . . . .	35·47 „	29·52 „
Schwefel . . . . .	—	1·33 „
	99·31	100·35

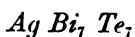
Diese analytischen Ergebnisse zeigen, dass die von mir untersuchten zwei Sorten Wehrlite aus Deutsch-Pilsen in Ungarn von einander wesentlich abweichen, demgemäss kann mit voller Sicherheit behauptet werden, dass der Wehrlit in dem mineralogischen Institute der königl. Universität zu Budapest und der Wehrlit im k. k. Hofmineralien cabinet in Wien zwei verschiedene Minerale sind.

Die Rechnung ergibt folgendes Verhältniss der Atomgewichtszahlen:

A. Wehrlit aus der königl. Universitätssammlung zu Budapest.

Silber . . . . .	4·37 Procent	: 108 = 0·04046 = 1·0	1
Wismuth . . . . .	59·47 „	: 208 = 0·28592 = 7·06	7
Tellur . . . . .	35·47 „	: 128 = 0·27711 = 6·85	7

Die erhaltene procentische Zusammensetzung entspricht am nächsten der Formel:



woraus sich berechnet:

Silber . . . . .	$Ag = 108 = 4·39$	Procent
Wismuth . . . . .	$Bi_7 = 1456 = 59·19$	„
Tellur . . . . .	$Te_7 = 896 = 36·42$	„
	2460	

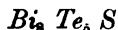
welche Zahlen mit den gefundenen Werthen eine gute Uebereinstimmung zeigen:

	Berechnet $Ag Bi_7 Te_7$	Gefunden
Silber . . . . .	4·39 Procent	4·37 Procent
Wismuth . . . . .	59·19 „	59·47 „
Tellur . . . . .	36·42 „	35·47 „

*B. Wehrлит aus dem k. k. Hofmineraliencabinet in Wien.*

Silber . . .	0·48 Procent	: 108 = 0·0044			
Wismuth . .	70·02	" : 208 = 0·3366	= 1·5	8·10	8·10
Tellur . . .	28·52	" : 128 = 0·2228	= 1·0	5·36	} 6·36
Schwefel . .	1·33	" : 32 = 0·0415		1·00	

Nach diesen Verhältniszahlen berechnet sich unter Vernachlässigung des kleinen Silbergehaltes als kleinste Formel:



welche nach Procenten erfordert:

Wismuth . .	$Bi_3 = 1664 = 71·23$	Procent
Tellur . . .	$Te_3 = 640 = 27·40$	"
Schwefel . .	$S = 32 = 1·37$	"
	<u>2336</u>	

Nach der folgenden Zusammenstellung besteht zwischen den gefundenen und berechneten Werthen eine annehmbare Uebereinstimmung:

	Berechnet für $Bi_3 Te_3 S$	Gefunden
Wismuth . . . .	71·23 Procent	70·02 Procent
Tellur . . . . .	27·40 "	28·52 "
Schwefel . . . . .	1·37 "	1·33 "

Wenn man das Silber als Schwefelsilber und den Rest des Schwefels als Schwefelwismuth berechnet und diese Verbindungen ausscheidet, so bleibt ein Rest von:

Wismuth . . . .	64·65 Procent
Tellur . . . . .	28·52 "
	<u>93·17</u>

Diesem entspricht folgende procentische Zusammensetzung:

Wismuth . . . .	69·39 Procent
Tellur . . . . .	30·61 "
	<u>100·00</u>

welche Werthe dann mit den für



berechneten Procenten eine ebenso gute Uebereinstimmung zeigen:

	Berechnet für $Bi_3 Te_3$	Gefunden
Wismuth . . . .	$Bi_3 = 624 = 70·91$	69·39 Procent
Tellur . . . . .	$Te_3 = 256 = 29·09$	30·61 "
	<u>880</u>	

### Nickelerz aus Orawitz.

Kleine graue Krystallfragmente.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 1·0149 Gramm Nickelerz bei 24·8° C. = 6·1997; ein zweitesmal bei Verwendung von 1·0130 Gramm Nickelerz bei 25·0° C. = 6·1957; somit im Mittel = 6·1977.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Schwefel, Arsen, Eisen, Kobalt, Nickel und Spuren von Wismuth, ferner in dem in Salpetersäure unlöslichen Theil: Gold, wenig Silber (gediegenes silberhaltiges Gold) und Quarz.

Bei der quantitativen Untersuchung wurde das fein gepulverte Mineral in einem Kolben mit concentrirter Salpetersäure aufgeschlossen, nach beendeter Oxydation mit Wasser stark verdünnt und der Rückstand abfiltrirt. Der in Salpetersäure unlösliche Rückstand bestand aus Quarz und gediegenem (drahtförmigem) metallischem silberhaltigem Gold. Das eingedampfte Filtrat wurde nach Verjagen des Säureüberschusses mit etwas Chlorwasserstoffsäure aufgenommen und darin die Schwefelsäure durch Baryumchlorid ausgefällt, das Baryumsulfat abfiltrirt und unter entsprechenden Vorsichtsmassregeln als Baryumsulfat gewogen. Im Filtrate wurde der Ueberschuss von Baryumchlorid mittelst verdünnter Schwefelsäure ausgefällt und nach Entfernung des Niederschlages durch Filtration das Arsen und Wismuth mittelst Schwefelwasserstoff abgeschieden. Das Schwefelarsen wurde durch mässig verdünntes reines Aetzkali zur Lösung gebracht, das Schwefelwismuth abfiltrirt und nach entsprechender Behandlung als Wismuthoxyd gewogen. Das Arsen wurde aber nach der von R. Bunsen <sup>1)</sup> angegebenen Methode behandelt, als Arsenpentasulfid ausgefällt, nach dem Auswaschen mit Alkohol, reinem Schwefelkohlenstoff, Alkohol und Trocknen bei 110° C. mit rauchender Salpetersäure oxydirt, das Arsen als arsensaure Ammon-Magnesia abgeschieden und nach vorsichtigem Glühen als pyroarsensaure Magnesia gewogen. Im Filtrate vom Arsen wurde das Eisen nach vorausgegangener Oxydation vom Kobalt und Nickel nach der Methode von Cl. Zimmermann <sup>2)</sup> bei Gegenwart von Rhodan-

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> Zur Scheidung der Schwermetalle der Schwefelammoniumgruppe. Von Clemens Zimmermann, Justus Liebig's Annalen der Chemie, Band 199, pag. 1 und Band 204, pag. 226.



ammonium als Eisenoxyd abgeschieden, hierauf nach Zerstörung des Ammoniumrhodanates durch Salpetersäure, Kobalt und Nickel mittelst salpetrigsaurem Kali von einander getrennt und nach entsprechender Behandlung sowohl das Nickel, als auch das Kobalt als Metall gewogen.

Das Ergebnis der quantitativen Analyse ist: 1·0557 Gramm Nickelerz von Orawitz a gaben mit Salpetersäure aufgeschlossen (oxydirt) 0·0351 Gramm Rückstand (bestehend aus 0·0052 Gramm Quarz, 0·0019 Gramm Silber und 0·0281 Gramm Gold), ferner 1·3531 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·1858 Gramm Schwefel, 0·0013 Gramm Wismuthoxyd entsprechend 0·00116 Gramm Wismuth, 0·9355 Gramm pyroarsensaure Magnesia entsprechend 0·4527 Gramm Arsen, 0·0145 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·01015 Gramm Eisen, 0·2982 Gramm metallisches Nickel und 0·0689 Gramm metallisches Kobalt.

Aus diesen Ergebnissen berechnet sich nachfolgende procentische Zusammensetzung für das Nickelerz aus Orawitz a:

In Salpetersäure	{ Quarz 0·49 Procent		
unlöslicher	{ Silber 0·18 „		
Rückstand	{ Gold 2·65 „		
			3·32 Procent
Schwefel			17·60 „
Arsen			42·88 „
Wismuth			0·11 „
Eisen			0·96 „
Nickel			28·24 „
Kobalt			6·53 „
			<hr/> 99·64

Nach Weglassung des in Salpetersäure unlöslichen Rückstandes (Quarz, Gold und Silber) erhält man folgende procentische Zusammensetzung:

Schwefel	18·20 Procent
Arsen	44·35 „
Wismuth	0·11 „
Eisen	0·99 „
Nickel	29·22 „
Kobalt	6·75 „
	<hr/> 99·62

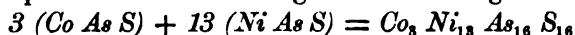
Nach Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen erhält man folgende Verhältniszahlen:

Schwefel	. . .	18·20 Procent	: 32 = 0·5687	
Arsen	. . .	44·35	" : 75 = 0·5913	
Wismuth	. . .	0·11	"	
Eisen	. . .	0·99	" : 56 = 0·0176	
Nickel	. . .	29·22	" : 59 = 0·4952	} 0·6096
Kobalt	. . .	6·75	" : 59 = 0·1144	

Für den Gersdorffit oder Arseniknickelglanz (*Ni As S*) berechnet sich als einfachste Formel:

Nickel	. . . .	$Ni = 59 = 35·54$	Procent
Arsen	. . . .	$As = 75 = 45·18$	"
Schwefel	. . . .	$S = 32 = 19·28$	"
		166	

In dem untersuchten Nickelerz aus Orawitza ist aber ein Theil des Nickels durch Kobalt vertreten und die gefundenen procentischen Werthe entsprechen am besten folgendem Mischungsverhältnis:



		Berechnet:	Gefunden:
Kobalt	. $Co_3 = 177 = 6·66$	Procent	6·75 Procent
Nickel	. . $Ni_{13} = 767 = 28·88$	"	29·22 "
Arsen	. . $As_{16} = 1200 = 45·18$	"	44·35 "
Schwefel	. $S_{16} = 512 = 19·28$	"	18·20 "
		2656	

### Graues Nickelerz von Dobsina.

Krystallinische Massen von schwärzlich-grauer Farbe mit hexadrischer Spaltbarkeit.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 4·8328 Gramm Nickelerz bei 26·4° C. = 6·519; ein zweitesmal bei Verwendung 4·8163 Gramm Nickelerz bei 26° C. = 6·508; somit im Mittel = 6·514.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Schwefel, Arsen, Eisen, Kobalt und Nickel.

Bei der quantitativen Analyse wurde das fein gepulverte Mineral in einem Kolben mit Salpetersäure aufgeschlossen und nach beendeter Oxydation durch Eindampfen vom Säureüberschuss befreit. Der Abdampfrückstand wurde unter Zusatz von Chlorwasserstoffsäure gelöst, filtrirt, die Schwefelsäure mit Baryumchlorid ausgefällt, worauf das

Baryumsulfat unter entsprechenden Vorsichtsmassregeln abfiltrirt, gegläht und gewogen wurde. Zur Bestimmung von Arsen, Nickel und Kobalt wurde eine zweite Portion mit Salpetersäure aufgeschlossen und nach entsprechender Behandlung zuerst das Arsen mittelst Schwefelwasserstoff abgeschieden. Das Schwefelarsen wurde abfiltrirt, getrocknet, mit conc. Salpetersäure oxydirt, hierauf das Arsen als arsensaure Ammon-Magnesia abgeschieden und nach vorsichtigem Glühen als pyroarsensaure Magnesia gewogen. Im Filtrate vom Schwefelarsen wurde das Eisen nach vorangegangener Oxydation vom Kobalt und Nickel nach der Methode von Cl. Zimmermann<sup>1)</sup> bei Gegenwart von Rhodanammonium als Eisenoxyd abgeschieden, darauf nach Zerstörung des Ammoniumrhodanates durch Salpetersäure, Kobalt und Nickel mittelst salpetrigsaurem Kali von einander getrennt und nach entsprechender Behandlung sowohl das Nickel als auch das Kobalt als Metall gewogen.

Die Ergebnisse der quantitativen Bestimmungen sind:

a) 0·7943 Gramm graues Nickelerz aus Dobsina gaben: 0·6323 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·08684 Gramm Schwefel.

b) 0·5176 Gramm graues Nickelerz aus Dobsina gaben: 0·6097 Gramm pyroarsensaure Magnesia entsprechend 0·2943 Gramm Arsen, 0·1529 Gramm Nickel, 0·0111 Gramm Kobalt und 0·0130 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0091 Gramm Eisen.

Aus diesen Ergebnissen berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung für das graue Nickelerz aus Dobsina:

Schwefel . . . . .	10·93	Procent
Arsen . . . . .	56·83	"
Eisen . . . . .	1·75	"
Nickel . . . . .	29·54	"
Kobalt . . . . .	2·14	"
	<hr/>	
	101·19	

Die Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen liefert folgende Verhältniszahlen:

Schwefel . . . . .	10·93	Procent:	32 = 0·3415	} 1·0992 2	0·3415	1	2
Arsen . . . . .	56·83	"	: 75 = 0·7577		0·6953	2	4
Eisen . . . . .	1·75	"	: 56 = 0·0312	} 0·5368 1	0·5368	1·48	3
Nickel . . . . .	29·54	"	: 59 = 0·5006				
Kobalt . . . . .	2·14	"	: 59 = 0·0362				

<sup>1)</sup> 1 c.

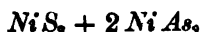
Wird das Eisen vernachlässigt und vom Arsen die für  $FeAs_2$  entsprechenden Aequivalente in Abzug gebracht, so resultiren die Verhältniszahlen:

Schwefel : Arsen : Nickel (Kobalt)

1 : 2 : 1·48

2 : 4 : 3

welche als Mischungsverhältnis:



beziehungsweise als einfachste Formel:



ergeben.

Für das Mischungsverhältnis:



berechnet sich in Procenten:

Schwefel  $S_2 = 64 = 11·83$  Procent

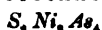
Nickel  $Ni_2 = 177 = 32·72$  „

Arsen  $As_4 = 300 = 55·45$  „

541

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Procente mit den berechneten Werthen befriedigend übereinstimmen:

Berechnet: Gefunden:



Schwefel . . . . . 11·83 Procent 10·93

Nickel . . . . . 32·72 „ 31·68 ( 29·54 Nickel )

Arsen . . . . . 55·45 „ 56·83 ( 2·14 Kobalt )

### Rothnickel von Dobelna.

Derbe Erzmassen von lichtkupferrother Farbe.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 5·5397 Gramm Rothnickel bei  $24·2^\circ C. = 7·5043$ ; ein zweitesmal bei Verwendung von 5·5326 Gramm Rothnickel bei  $24·4^\circ C. = 7·5212$ , somit im Mittel  $= 7·5127$ .

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Schwefel, Antimon, Arsen, Nickel, sowie geringe Mengen von Wismuth und Eisen.

Bei der quantitativen Analyse wurde das fein gepulverte Mineral in einem Kolben mit Salpetersäure aufgeschlossen und nach beendeter Oxydation durch Eindampfen von Säureüberschuss befreit. Der

Abdampfrückstand wurde unter Zusatz von wenig Chlorwasserstoffsäure gelöst, im Filtrate die Schwefelsäure mit Baryumchlorid ausgefällt, darauf das Baryumsulfat unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln abfiltrirt, gegläht und gewogen. Zur Bestimmung der Metalle wurde eine zweite Portion mit Salpetersäure aufgeschlossen und darin nach entsprechender Behandlung das Arsen, Antimon und Wismuth mittelst Schwefelwasserstoff ausgefällt. Schwefelarsen und Schwefelantimon wurden mittelst Schwefelkalium in Lösung gebracht, das Schwefelwismuth abfiltrirt und nach entsprechender Behandlung als Wismuthoxyd gewogen. Die Trennung des Arsens vom Antimon wurde nach der von R. Bunsen<sup>1)</sup> angegebenen Methode vorgenommen und hierbei das Antimon als Antimonpentasulfid, das Arsen als arsensaure Ammon-Magnesia abgeschieden und als pyroarsensaure Magnesia gewogen. Im Filtrate vom Schwefelarsen, Schwefelantimon und Schwefelwismuth wurde das Eisen nach vorangegangener Oxydation vom Nickel nach der Methode von Cl. Zimmermann<sup>2)</sup> bei Gegenwart von Rhodanammonium als Eisenoxyd abgeschieden, worauf nach Zerstörung des Rhodanammoniums mittelst Salpetersäure das Nickel als Nickeloxyd abgeschieden und als metallisches Nickel gewogen wurde. Die analytischen Bestimmungen haben folgende Ergebnisse geliefert:

a) 0·8518 Gramm Rothnickel gaben 0·1427 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·0196 Gramm Schwefel.

b) 0·6283 Gramm Rothnickel ergaben: 0·0007 Gramm Wismuthoxyd entsprechend 0·00062 Gramm Wismuth, 0·0213 Gramm Antimonpentasulfid entsprechend 0·01278 Gramm Antimon, 0·6925 Gramm pyroarsensaure Magnesia entsprechend 0·3351 Gramm Arsen, 0·2680 Gramm Nickel und 0·0015 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·00107 Gramm Eisen.

Aus diesen Ergebnissen berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

Schwefel . . . . .	2·30	Procent
Wismuth . . . . .	0·10	"
Eisen . . . . .	0·17	"
Antimon . . . . .	2·03	"
Arsen . . . . .	53·33	"
Nickel . . . . .	42·65	"
	<hr/>	
	100·58	

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

Durch Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen erhält man unter Weglassung der geringen Wismuth- und Eisenwerthe folgende Verhältniszahlen:

Schwefel .	2·30	Procent:	32 = 0·0718	
Antimon .	2·03	"	: 120 = 0·0169	} 0·7279 1
Arsen .	53·33	"	: 75 = 0·7110	
Nickel .	42·65	"	: 59 = 0·7228	1

Diese Verhältniszahlen ergeben als kleinste Formel:



welche procentisch erfordert:

Nickel  $Ni$  = 59 = 44·03 Procent

Arsen  $As$  = 75 = 55·97 "

134

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Procente mit den berechneten Werthen befriedigend übereinstimmen:

	Berechnet:	Gefunden:
	$NiAs$	
Schwefel . . . .	—	2·30
Antimon . . . .	—	2·03
Arsen . . . .	55·97	53·33
Nickel . . . .	44·03	42·65

} 55·36

### Semseyt von Felsöbánya.

Kleine graue, tafelartige Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 0·7041 Gramm Semseyt bei 21° C. = 5·9518.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Schwefel, Antimon, Blei und Spuren von Eisen.

Bei der quantitativen Untersuchung wurde das fein gepulverte und getrocknete Mineral nach der Methode von Berzelius und H. Rose<sup>1)</sup> im trockenen Chlorgase in dem von mir<sup>2)</sup> modificirten Apparate aufgeschlossen. Im flüchtigen Theil wurde nach Abscheidung der Schwefelsäure als schwefelsaures Baryum und Entfernung des überschüssig zugesetzten Baryumchlorides, das Antimon aus warmer Lösung als Antimonpentasulfid gefällt, getrocknet, mit Schwefelkohlenstoff gewaschen und aus dem Antimonpentasulfid das

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

Antimon berechnet. Das Filtrat von Antimonpentasulfid gab mit Schwefelammonium eine kleine Menge von Eisensulfür, welches als Eisenoxyd gewogen wurde. Der im Porcellanschiffchen zurückgebliebene nicht flüchtige Theil, d. i. Bleichlorid wurde gewogen, im Wasser gelöst, wobei eine kleine Menge Quarz zurückblieb. In der wässerigen Lösung wurde das Blei durch Schwefelsäure unter Alkoholzusatz gefällt und als schwefelsaures Blei gewogen. Der aus Bleisulfat berechnete Bleigehalt gab mit dem aus Bleichlorid berechneten gute Uebereinstimmung.

0·6985 Gramm Semseyt gaben im Chlorgase aufgeschlossen im flüchtigen Theile: 0·9850 Gramm schwefelsaures Baryum entsprechend 0·1353 Gramm Schwefel und 0·3124 Gramm Antimonpentasulfid entsprechend 0·1874 Gramm Antimon; im nicht flüchtigen Theile 0·0018 Gramm Quarz, 0·5422 Gramm schwefelsaures Blei entsprechend 0·3704 Gramm Blei und 0·0010 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0007 Gramm Eisen.

Diese Ergebnisse geben nachfolgende procentische Zusammensetzung:

Quarz . . . . .	0·25 Procent
Schwefel . . . . .	19·37 "
Antimon . . . . .	26·83 "
Blei . . . . .	53·03 "
Eisen . . . . .	0·10 "
	<hr/> 99·58

und nach Abzug von Quarz:

Schwefel . . . . .	19·42 Procent
Antimon . . . . .	26·90 "
Blei . . . . .	53·16 "
Eisen . . . . .	0·10 "
	<hr/> 99·58

Diese Procentzahlen durch die Atomgewichtszahlen dividirt, geben nachfolgende relative Verhältnisse:

Schwefel .	19·42 Procent	:	32	=	0·6068		2·7 oder 16·2
Antimon .	26·90	"	:	120	=	0·2242	1 " 6
Blei . .	53·16	"	:	207	=	0·2568	1·14 " 6·9

oder abgerundet 16 : 6 : 7.

Aus dieser berechnet sich die Zusammensetzung nach der Formel :



Blei . . . . .	= $Pb_7$ = 1449	= 54·05 Procent
Antimon . . . . .	= $Sb_3$ = 720	= 26·85 „
Schwefel . . . . .	= $S_{16}$ = 512	= 19·10 „
		2681

welche Zahlen mit den gefundenen Werthen eine gute Uebereinstimmung zeigen:

	Berechnet:	Gefunden:
Blei . . . . .	54·05 Procent	53·16 Procent
Antimon . . . . .	26·85 „	26·90 „
Schwefel . . . . .	19·10 „	19·42 „

#### Die Zinkblenden von Kapnik, Nagyág, Rodna und Schemnitz.

Die qualitativen Analysen ergaben als Bestandtheile: Schwefel, Cadmium, Zink, Eisen und Mangan. Die Blende von Kapnik enthielt ausserdem noch: Spuren von Blei, Kupfer und Antimon; jene von Nagyág: Spuren von Blei, Kupfer, Arsen und Antimon.

Bei den quantitativen Analysen wurde der Schwefelgehalt in separaten (0·5—1·0 Gramm) Portionen durch Oxydation des fein gepulverten Mineralen mittelst Salpetersäure bestimmt. In der vom Säureüberschuss durch Abdampfen befreiten Lösung wurde die Schwefelsäure mittelst Baryumchlorid abgeschieden und der Niederschlag unter entsprechenden Vorsichtsmassregeln als Baryumsulfat gewogen. Zu den Bestimmungen der Metalle wurde 1—2 Gramm fein gepulvertes Mineral in einem kleinen Kolben mit Salpetersäure oxydirt, nach erfolgtem Auflösen der Kolbeninhalt in einer Porcellanschale zur Entfernung des Säureüberschusses zur Trocknis verdampft, mit Chlorwasserstoffsäure aufgenommen und der eventuell vorhandene unlösliche Rückstand (Quarz) abfiltrirt. Zur Abscheidung von Cadmium wurde in die stark chlorwasserstoffsäure Lösung durch 12 Stunden Schwefelwasserstoff geleitet, hierauf der Niederschlag auf ein Glaswollfilter gesammelt, nach dem Auswaschen mit Alkohol, Schwefelkohlenstoff und Alkohol, sowie Trocknen bei 110° C. als Cadmiumsulfid gewogen. Vom Mangan und Eisen wurde das Zink nach der Methode von Cl. Zimmermann<sup>1)</sup> bei Gegenwart von Rhodanammium oder Rhodanwasserstoffsäure durch andauerndes Einleiten von Schwefelwasserstoff in die mässig erwärmte Lösung getrennt, hierbei das

<sup>1)</sup> l. c.



Zink als Zinksulfid abgeschieden, getrocknet, unter Zusatz von reinem Schwefel in trockenem Wasserstoffstrome geglüht und als Zinksulfid gewogen. Eisen und Mangan wurden nach Zerstörung des Rhodan-ammoniums durch Salpetersäure und Verjagen des Säureüberschusses mittelst bernsteinsaurem Natron von einander getrennt, das Eisen durch Lösen in Chlorwasserstoffsäure und Fällern mit Ammon als Eisenoxyd, das Mangan hingegen als Mangansulfür abgeschieden und unter Zusatz von reinem Schwefel in trockenem Wasserstoffstrome geglüht als Mangansulfür bestimmt.

Bei den Zinkblenden von Kapnik und Nagyág wurden die Spuren von Blei mit den geringen Mengen von Quarz abfiltrirt, vom Quarz mittelst weinsteinsaurem Ammon getrennt und unter entsprechender Behandlung als Bleisulfat gewogen. Das Schwefelantimon wurde vom Schwefelcadmium und Schwefelkupfer mittelst gelbem Schwefelammonium, Cadmiumsulfid und Kupfersulfid nach der Methode von Haidlen und Fresenius unter Zusatz von Cyankalium mittelst Schwefelwasserstoff getrennt. Der Niederschlag von Cadmiumsulfid wurde nach entsprechender Behandlung als Cadmiumsulfid, das Kupfer aber als Kupferoxyd gewogen.

### I. Zinkblende von Kapnik.

Gelbbraune, durchscheinende Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 4·5164 Gramm Zinkblende bei 20·2° C. = 4·0943; ein zweites Mal bei Verwendung von 4·4784 Gramm Zinkblende bei 21·0° C. = 4·1018, also im Mittel = 4·0980.

Das Resultat der quantitativen Analyse war:

a) 0·4375 Gramm Zinkblende gaben 1·0506 Gramm schwefelsaures Baryum entsprechend 0·14429 Gramm Schwefel.

b) 1·9907 Gramm Zinkblende ergaben: 0·0015 Gramm Bleisulfat entsprechend 0·0010 Gramm Blei, 0·0390 Gramm Cadmiumsulfid entsprechend 0·0210 Gramm Cadmium, 0·0015 Gramm Kupferoxyd entsprechend 0·0012 Gramm Kupfer, 0·0014 Gramm Antimonpentasulfid entsprechend 0·0008 Gramm Antimon, 1·9286 Gramm Zinksulfid entsprechend 1·2924 Gramm Zink, 0·0116 Gramm Mangansulfür entsprechend 0·0073 Gramm Mangan und 0·0162 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0113 Gramm Eisen, ferner Spuren von Arsen.

Aus diesen Ergebnissen berechnet sich die procentische Zusammensetzung für die untersuchte Zinkblende von Kapnik:

Schwefel . . . . .	32.98 Procent
Blei . . . . .	0.05 „
Kupfer . . . . .	0.06 „
Antimon . . . . .	0.04 „
Arsen . . . . .	Spuren
Mangan . . . . .	0.37 „
Eisen . . . . .	0.57 „
Cadmium . . . . .	1.05 „
Zink . . . . .	64.92 „
	<hr/> 100.04

Die Division dieser procentischen Werthe durch die Atomgewichtszahlen liefert (nach Weglassung des in sehr geringen Mengen vorhandenen Blei, Kupfer und Antimon) folgende Verhältniszahlen:

Schwefel . . . . .	32.98 Procent :	32 = 1.0306	. . . . .	1.0306 1
Mangan . . . . .	0.37 „ :	55 = 0.0067	} 1	} 1.0251 1
Eisen . . . . .	0.57 „ :	56 = 0.0102		
Cadmium . . . . .	1.05 „ :	112 = 0.0094		
Zink . . . . .	64.92 „ :	65 = 0.9988		

Die relativen Verhältnisse zwischen Zink und Cadmium sind: 106:1; ferner zwischen Zink einerseits und zwischen Cadmium, Eisen und Mangan anderseits 40:1. Mithin kann für die Zinkblende von Kapnik als einfachste Formel



angenommen werden; eine geringe Menge Zink ist durch die isomorphen Metalle Cadmium, Mangan und Eisen vertreten. Die für  $\text{Zn S}$  berechnete Formel erfordert:

Zink . . . . .	$\text{Zn} = 65 = 67.01$	Procent
Schwefel . . . . .	$\text{S} = 32 = 32.99$	„
	<hr/> 97	

was mit den gefundenen Werthen gut übereinstimmt:

Berechnet: Gefunden:



Zink . . . . .	67.01	66.91	} 0.37 Mangan 0.57 Eisen 1.05 Cadmium 64.92 Zink
Schwefel . . . . .	32.99	32.98	

## II. Zinkblende von Nagyg.

Bräunlichrothe, durchscheinende Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 2.7924 Gramm Zinkblende bei 21.4° C. = 4.0575; ein

zweitesmal bei Verwendung von 2·7871 Gramm Zinkblende bei 21·4° C. = 4·0694; somit im Mittel = 4·0635.

Die quantitativen Bestimmungen haben folgende directen Ergebnisse geliefert:

a) 0·4283 Gramm Zinkblende ergaben: 1·0399 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·1428 Gramm Schwefel.

b) 2·0082 Gramm Zinkblende ergaben: 0·0170 Gramm Quarz; 0·0019 Gramm Bleisulfat entsprechend 0·0013 Gramm Blei, 0·0026 Antimonpentasulfid entsprechend 0·0015 Gramm Antimon, 0·0055 Gramm Cadmiumsulfid entsprechend 0·0029 Gramm Cadmium, 1·8946 Gramm Zinksulfid entsprechend 1·2696 Gramm Zink, 0·0492 Gramm Mangansulfür entsprechend 0·0311 Gramm Mangan und 0·03911 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·0274 Gramm Eisen; ferner Spuren von Kupfer und Arsen.

Daraus ergibt sich die folgende procentische Zusammensetzung für die Zinkblende von Nagyág:

Quarz . . . . .	0·84 Procent
Blei . . . . .	0·06 "
Kupfer . . . . .	Spuren
Antimon . . . . .	0·08 "
Arsen . . . . .	Spuren
Mangan . . . . .	1·55 "
Eisen . . . . .	1·36 "
Cadmium . . . . .	0·14 "
Zink . . . . .	63·22 "
Schwefel . . . . .	33·34 "
	<hr/> 100·59

Nach Abzug des geringen Quarzgehaltes resultirt:

Blei . . . . .	0·06 Procent
Kupfer . . . . .	Spuren
Antimon . . . . .	0·08 "
Arsen . . . . .	Spuren
Mangan . . . . .	1·56 "
Eisen . . . . .	1·37 "
Cadmium . . . . .	0·14 "
Zink . . . . .	63·76 "
Schwefel . . . . .	33·47 "
	<hr/> 100·44

Diesen procentischen Werthen entsprechen die folgenden Verhältniszahlen der Atomgewichte:

Mangan .	1.56 Proc. :	55 = 0.02836	1.15	} 1.00	} 1.03497 1
Eisen . .	1.37 " :	56 = 0.02446	1.00		
Cadmium .	0.14 " :	112 = 0.00125			
Zink . .	63.76 " :	65 = 0.98090	40.03 18.66		
Schwefel .	33.47 " :	32 = 1.04590		1.0459	1.01

Die relativen Verhältnisse zwischen Eisen, Mangan und Zink sind = 1 : 1.15 : 40.03; ferner zwischen Eisen, Mangan und Cadmium einerseits und Zink andererseits = 1 : 18.66. Demnach kann für die Zinkblende von Nagyág ebenfalls als einfachste Formel:



angenommen werden, wobei wieder geringe Mengen von Zink durch die isomorphen Metalle Cadmium, Mangan und Eisen vertreten sind.

Für Zn S berechnet sich:

Zink . . . Zn = 65 = 67.01 Procent

Schwefel . . S = 32 = 32.99 "

97

was mit den gefundenen Werthen gute Uebereinstimmung zeigt:

Berechnet: Gefunden:

für Zn S

Zink . . .	67.01 Procent	66.83	} $\begin{cases} 1.56 \text{ Mangan} \\ 1.37 \text{ Eisen} \\ 0.14 \text{ Cadmium} \\ 63.76 \text{ Zink} \end{cases}$
Schwefel .	32.99	33.47	

### III. Zinkblende von Rodna.

Schwarze, scharf ausgebildete Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 2.6672 Gramm Zinkblende bei 20° C. = 3.9988; ein zweitesmal bei Verwendung von 2.6641 Gramm Zinkblende bei 21.2° C. = 4.0044; somit im Mittel = 4.0016.

Die quantitativen Bestimmungen haben folgende directe Ergebnisse geliefert:

a) 0.4277 Gramm Zinkblende ergaben: 1.0429 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0.1432 Gramm Schwefel.

b) 0.9760 Gramm Zinkblende gaben: 0.0274 Gramm Cadmiumsulfid entsprechend 0.0147 Gramm Cadmium, 0.7588 Gramm Zinksulfid entsprechend 0.5085 Gramm Zink, 0.0058 Gramm Mangansulfür

entsprechend 0·0037 Mangan und 0·1700 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·1190 Gramm Eisen.

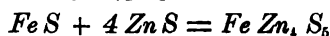
Daraus ergibt sich die folgende procentische Zusammensetzung für die Zinkblende von Rodna:

Mangan . . . . .	0·37	Procent
Eisen . . . . .	12·19	"
Cadmium . . . . .	1·51	"
Zink . . . . .	52·10	"
Schwefel . . . . .	33·49	"
	<hr/>	
	99·66	

Diesen procentischen Werthen entsprechen die folgenden Verhältniszahlen der Atomgewichte:

Mangan	0·37	Procent:	55	=	0·0067	0·5			
Eisen	12·19	"	:	56	=	0·2176	16·14	1	1
Cadmium	1·51	"	:	112	=	0·0134	1·00		
Zink	52·10	"	:	65	=	0·8015	59·45	3·68	
Schwefel	33·49	"	:	32	=	1·0466			
									1·0392 1
									3·84
									1·0466 1

Hier besteht das Verhältniß von Eisen zu Zink und Cadmium = 1 : 3·84, man kann daher unter Annahme, dass Eisen und Zink durch die isomorphen Metalle Mangan und Cadmium vertreten sind, der Blende von Rodna die Formel:



geben.

Für das Mischungsverhältniß von



berechnen sich folgende Procente:

Eisen	=	Fe	=	56	=	11·77	Procent
Zink	=	Zn <sub>4</sub>	=	260	=	54·62	"
Schwefel	=	S <sub>6</sub>	=	160	=	33·61	"
				<hr/>	476		

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass die berechneten und gefundenen Werthe gut übereinstimmen:

Berechnet: Gefunden:  
für  $FeS + 4 ZnS$

Eisen	11·17	Procent	12·56	{	0·37 Mangan
				{	12·19 Eisen
Zink	54·62	"	53·61	{	1·51 Cadmium
				{	52·10 Zink
Schwefel	33·61	"	33·49		

#### IV. Zinkblende von Schemnitz.

Gelbe, durchsichtige, stark glänzende Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 4·7498 Gramm Zinkblende bei 26·2° C. = 4·111; ein zweitesmal bei Verwendung von 3·0781 Gramm Zinkblende bei 25·8° C. = 4·1025; und ein drittesmal bei Verwendung von 4·7483 Gramm Zinkblende bei 24·2° C. = 4·1135; somit im Mittel = 4·109.

Die quantitativen Bestimmungen haben folgende directe Ergebnisse geliefert:

a) 1·0171 Gramm Zinkblende ergaben 2·4227 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·3327 Gramm Schwefel.

b) 1·0175 Gramm Zinkblende ergaben 2·4355 Gramm Baryumsulfat entsprechend 0·3345 Gramm Schwefel.

c) 1·5537 Gramm Zinkblende ergaben: 0·0304 Gramm Cadmiumsulfid entsprechend 0·0237 Gramm Cadmium, 1·5128 Gramm Zinksulfid entsprechend 1·0138 Gramm Zink und 0·0104 Gramm Eisenoxyd entsprechend 0·00728 Gramm Eisen.

Aus diesen Ergebnissen berechnet sich die procentische Zusammensetzung für die Zinkblende von Schemnitz:

	I	II	III	Mittel	
Eisen	0·47	—	—	0·47	Procent
Cadmium	1·52	—	—	1·52	"
Zink	65·24	—	—	65·24	"
Schwefel	—	32·71	32·87	32·79	"
				100·02	

Diesen procentischen Werthen entsprechen die folgenden Verhältniszahlen der Atomgewichte:

Eisen	0·47 Procent:	56 = 0·00839	0·6	1·02566 1
Cadmium	1·52 "	: 112 = 0·01357	1·0	
Zink	65·24 "	: 65 = 1·00370	74·0	
Schwefel	32·79 "	: 32 = 1·02470	75·5	

Cadmium und Zink sind in der untersuchten Zinkblende von Schemnitz in dem relativen Verhältnisse von 1 : 74 enthalten. Als einfachste Formel ist demnach:



anzunehmen, wobei kleine Mengen von Zink durch die isomorphen Metalle Cadmium und Eisen vertreten sind.

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass die berechneten und gefundenen Werthe gut übereinstimmen:

	Berechnet:	Gefunden:
	für $ZnS$	
Zink	67·01 Procent	67·23 $\left\{ \begin{array}{l} 0·47 \text{ Eisen} \\ 1·52 \text{ Cadmium} \\ 65·24 \text{ Zink} \end{array} \right.$
Schwefel	32·99 „	32·79

### Bournonit von Nagyág.

Graue, 2—3 Millimeter grosse, stark glänzende Krystalle.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab bei Verwendung von 0·7365 Gramm Bournonit bei 18·4° C. = 5·7855; ein zweitesmal bei Verwendung von 0·7361 Gramm Bournonit bei 18·5° C. = 5·7463; somit im Mittel = 5·7659.

Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile: Schwefel, Antimon, Arsen, Blei, Kupfer, Eisen, Mangan und Zink.

Bei der quantitativen Untersuchung wurde die Aufschliessung des fein gepulverten Mineralen nach der von Berzelius und H. Rose <sup>1)</sup> angegebenen Methode in trockenem Chlorgase vorgenommen, wobei ich mich des bei der Untersuchung von Miargyrit und Kenngottit <sup>2)</sup> angewendeten Apparates bediente. Im flüchtigen Theile wurde nach Abscheidung des Schwefels als schwefelsaures Baryum und Entfernung des überschüssigen Baryums die Trennung des Antimons vom Arsen nach der von R. Bunsen <sup>3)</sup> angegebenen Methode vorgenommen und hierbei das Antimon als Antimonpentasulfid, das Arsen als Arsenpentasulfid abgeschieden, respective gewogen. Im nichtflüchtigen Theile wurden nach Abscheidung von Blei als Bleisulfat und Kupfer als Kupfersulfid, das Eisen, Mangan und Zink nach der von Cl. Zimmermann <sup>4)</sup> angegebenen Methode unter Anwendung von Rhodanammonium von einander getrennt und hierbei das Zink als Zinksulfid, das Eisen als Eisenoxyd und das Mangan als Mangansulfür abgeschieden und gewogen.

0·6814 Gramm Bournonit gaben: 0·4374 Gramm schwefelsaures Blei entsprechend 0·2988 Gramm Blei, 0·1098 Gramm Kupferoxyd

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> l. c.

<sup>4)</sup> l. c.

entsprechend 0·08767 Gramm Kupfer, 0·0050 Gramm Eisenoxyd  
entsprechend 0·0035 Gramm Eisen, 0·0028 Gramm Mangansulfür ent-  
sprechend 0·00177 Gramm Mangan, 0·0020 Gramm Zinksulfid ent-  
sprechend 0·00134 Gramm Zink, 1·0003 Gramm schwefelsaures Baryum  
entsprechend 0·1377 Gramm Schwefel, 0·2092 Gramm Antimonpenta-  
sulfid entsprechend 0·1255 Gramm Antimon und 0·0443 Gramm Arsen-  
pentasulfid entsprechend 0·02167 Gramm Arsen.

Diesen Ergebnissen entspricht nachfolgende procentische Zu-  
sammensetzung:

Blei . . . . .	43·85 Procent
Kupfer . . . . .	12·87 "
Eisen . . . . .	0·51 "
Mangan . . . . .	0·26 "
Zink . . . . .	0·20 "
Antimon . . . . .	18·42 "
Arsen . . . . .	3·18 "
Schwefel . . . . .	20·22 "
	<hr/> 99·51

Die Division der procentischen Werthe durch die Atomgewichts-  
zahlen ergibt folgende Verhältniszahlen:

Blei . . 43·85 Procent : 207	= 0·2118			5·00 1·08 = 2·16
Kupfer . 12·87 " : 63·4	= 0·2029			4·78 1·03 = 2·06
Eisen . . 0·51 " : 56	= 0·0091	} 0·4315	} 0·0168	
Mangan . 0·26 " : 55	= 0·0047			
Zink . . 0·20 " : 65	= 0·0030			
Antimon 18·42 " : 120	= 0·1535 . . . . .			
Arsen . . 3·18 " : 75	= 0·0424 . . . . .	} 0·1959	} 0·6274	3·62
Schwefel 20·22 " : 32	= 0·6317 . . . . .			1·00
				4·62 1·00 = 2·00
				0·6317 3·22 = 6·44

Schwefel berechnet = 19·97 Procent

" gefunden = 20·22 "

Nach diesen Verhältniszahlen wäre als kleinste Formel das  
folgende Mischungsverhältnis anzunehmen:



Blei . . . . .	$Pb_2 = 414$	= 42·56 Procent
Kupfer . . . . .	$Cu_2 = 126·8$	= 13·03 "
Antimon . . . . .	$Sb_2 = 240$	= 24·67 "
Schwefel . . . . .	$S_6 = 192$	= 19·74 "
	<hr/> 972·8	



Dagegen entspricht die gefundene procentische Zusammensetzung am nächsten dem Mischungsverhältnis von:

$$\left. \begin{array}{l} 18 \text{ Sb}_2 \text{ Pb}_2 \text{ Cu}_2 \text{ S}_6 \\ 5 \text{ As}_2 \text{ Pb}_2 \text{ Cu}_2 \text{ S}_6 \end{array} \right\}$$

woraus sich berechnet:

Blei . . . .	$\text{Pb}_{16} = 9522 = 43.43$	Procent
Kupfer . . .	$\text{Cu}_{16} = 2916.4 = 13.30$	"
Antimon . . .	$\text{Sb}_{36} = 4320 = 19.71$	"
Arsen . . . .	$\text{As}_{10} = 750 = 3.42$	"
Schwefel . . .	$\text{S}_{138} = 4416 = 20.14$	"
	21924.4	

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, dass die gefundenen Procente mit den nach obiger Formel berechneten Werthen recht gut übereinstimmen:

	Berechnet	Gefunden
Blei . . . .	43.43 Procent	43.85 Procent
Kupfer . . .	13.30 "	12.87 "
Antimon . . .	19.71 "	18.42 "
Arsen . . . .	3.42 "	3.18 "
Schwefel . . .	20.14 "	20.12 "

Karlsbad, 1885.

## XVII. Mikropetrographische Mittheilungen.

Von K. von Chrustschoff.

### I. Ueber pyrogenen Quarz und Tridymit.

(Mit Tafel VI.)

Im Striegauer Basalt (I. Einschluss. Striegau) kommen nicht selten unansehnliche, weissgesprenkelte Einschlüsse vor, die stark verändertem Granit (d. h. dessen granitische Textur obliterirt ist) angehören und ein besonderes Interesse verdienen, weil sie fast ausschliesslich aus pyrogenem Quarz und Tridymit nebst neogenem Feldspath bestehen.

Sie sehen makroskopisch durchaus nicht schlackig, sondern recht dicht und mit Ausnahme einiger feincavernöser Stellen gar nicht porös aus. Die weissen Flecke, die in einer fast hornsteinartigen blassgrünlichen Masse zerstreut liegen, bestehen aus radialstrahlig gruppirt, seidenglänzenden Nadeln zeolithischer Natur. Mit einer guten Loupe sieht man bei gewissen Wendungen überall im Gestein glänzende Täfelchen aufblitzen; in Hohlräumen sitzen wasserhelle, zu Warzen vereinigte Tridymitkrystalle. Nur in einer der kleinen Drusen konnte ich wasserklare, sehr scharfe Quarzdihexaëder auffinden.

Unter dem Mikroskope erkennt man, dass der ganze Einschluss hauptsächlich aus pyrogenem Quarz und Tridymit nebst Feldspath, Pyroxen, hyaliner Materie und infiltrirtem Zeolith zusammengesetzt sei. Von primärem Quarz sind theils wasserhelle, theils trübe Körner zu bemerken; von dem granitischen Feldspath sind nur noch eigenthümlich struirt, glasdurchwirkte Reste übrig geblieben.

Neogener Quarz. — Wie bekannt, wurde der pyrogene Quarz zuerst von J. Lehmann<sup>1)</sup> entdeckt, und zwar in verschlackten Lavaeinschlüssen von Ettringen, sowie in granitischen Auswürflingen des Finkenberges. In der Sitzung des schlesischen Vereines für Naturkunde vom 11. März 1885 demonstirte derselbe Forscher eine

<sup>1)</sup> J. Lehmann, Die pyrog. Quarze in d. Laven d. Niederrh. Verh. des naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. 1877. pag. 203.

noch von Dr. Trippke herrührende Granitschlacke aus dem Striegauer Basalt, deren Poren mit den schönsten, wasserklaren Quarzkryställchen ausgekleidet waren. Herr Prof. Lehmann hatte die Güte, mir zum Studium der pyrogenen Quarze seine überaus prächtigen Originalpräparate zu überlassen und versah mich ferner in höchst liebenswürdiger Weise mit einigen schönen Stufen von Ettringen und dem Finkenberge. Ich bin daher im Stande gewesen, die neuen Handstücke mit den Originalen zu vergleichen. Wie es so oft zu gehen pflegt, bleibt ein solcher Fund nicht vereinzelt; einmal aufmerksam auf den Gegenstand gemacht, wendet man ihm eine grössere Achtsamkeit zu. So ist es mir gelungen, in zwei Fällen das Vorkommen des pyrogenen Quarzes auch am Rossberge (bei Darmstadt) zu constatiren; das erste habe ich bereits beschrieben <sup>1)</sup>, das zweite, ein völlig verschiedenes, wird weiter unten eine Besprechung finden.

Speciell in diesem Falle tritt der regenerirte Quarz in einer von der bekannten <sup>2)</sup> verschiedenen Ausbildungsweise auf. Ein erster Unterschied besteht darin, dass hier recht häufig die Säule zur Geltung kommt, wodurch prismatische Durchschnitte mit pyramidalen Endigungen entstehen (Taf. VI, Fig. 1 c). Die einzelnen Krystallindividuen sind viel grösser, liegen zwar oft in grösseren Complexen dicht aneinander gepresst, gewöhnlich ist jedoch ihre Orientirung eine willkürliche. Zuweilen vereinigen sich viele Krystalle zu einer einheitlich auslöschenden Gruppe mit rhombischer Begrenzung. Eine sehr interessante Erscheinung besteht darin, dass sich die Kieselsäure um abgeschmolzene und glasdurchwirkte Reste des primären Quarzes in Form einer einheitlichen oder häufiger polysynthetischen Krystallkruste krystallonomisch ansetzt, d. h. im ersteren Falle einen mit dem ursprünglichem Korne optisch gleich orientirten, selbstständigen Krystall erzeugt (Taf. VI, Fig. 1 a). Der sehr rissige primäre Quarz ist durch Dampfglasporen und unzählige Glasäderchen verunreinigt, während die neogene Hülle wasserklar und homogen aussieht. Damit sind aber keineswegs andere Individuen und Gruppen ohne primäre Reste zu verwechseln, denn auch diese letzteren besitzen oft einen stark verunreinigten Kern, dessen Umgrenzung jedoch dem hellen neogenen Rahmen conform bleibt (Taf. VI, Fig. 1 c). Die

<sup>1)</sup> Sur quelques verres basaltiques. Bull. d. Soc. Min. d. Fr. 1885. 2.

<sup>2)</sup> a. a. O., Taf. II.

gelbbraunliche Färbung des Innern rührt von einer massenhaften Anhäufung schlauchförmiger hyaliner und gasiger Interpositionen her, die dunkleren Flitter sind ferritische Zersetzungsproducte.

Die Krystalle sind central oft so sehr von Glas durchwachsen, dass nur noch dünne Quarzfäden den hellen Rahmen überspinnen (Taf. VI, Fig. 1 c). Zuweilen legen sich mehrere, wenigstens stellenweise mit hellen Rändern versehene Individuen so aneinander, dass ein grosses skeletartiges Gerüste mit simultaner Auslöschung entsteht. Im hellen Rande dieses unzweifelhaft durch Einwirkung eines feuerflüssigen Magmas regenerirten Quarzes fand ich kleine, aber sehr deutliche fluidale Poren mit spontan beweglichen Libellen, die allerdings erst bei einer 800fachen Vergrösserung gut erkennbar wurden. Der neugebildete Quarz wird im Gegensatz zum primären, in welch' letzterem das Frittungsglas ganz regellos einzudringen und dessen Asperitäten abzurunden pflegt, von der hyalinen Materie wie von einem Lösungsmittel krystallonomisch corrodirt. Ueberall wo sie in denselben eindringt, bilden sich geradlinig-krystallinisch umgrenzte Figuren (Taf. VI, Fig. 7).

Während die einzelnen Quarzindividuen gewöhnlich nach  $R$ . —  $R$  und  $\infty P$  ausgebildet sind, kommen hier ausnahmsweise auch Aggregate nach Art des Granites vor (Taf. VI, Fig. 1 b). Die eckigen Körner berühren sich dann fast unmittelbar und nur selten trennt sie eine dünne Glasmembrane; man sieht, dass eine regelmässige Entwicklung nur wegen Mangel an Raum ausgeschlossen war, denn die dem Glase zugekehrten Theile dieser Aggregate bekommen sofort scharfe Krystallformen. Die körnige Ausbildung des pyrogenen Quarzes ist eine um so wichtigere Thatsache, als damit bewiesen scheint, dass die Kieselsäure unter besonderen Umständen direct durch Einwirkung eines feuerflüssigen Magmas in granitischer Aggregatform, beinahe ohne hyaline Zwischenmasse zu Quarz regenerirt werden könne.

Der primäre, mit wahrscheinlich grösstentheils secundären Dampfporen überfüllte Quarz macht den Eindruck, als ob er in's Schäumen gerathen wäre. Offenbar muss man diesen Hohlräumen einen secundären Ursprung zuschreiben, da die normalen Striegauer Granitquarze durchaus nichts ähnliches zeigen. Vermag aber der Quarz bei hoher Temperatur eine drusige und blasige Structur anzunehmen, so muss er sich gewissermassen in einem dehnbaren Zustande befunden haben. Dafür sprechen auch folgende Erscheinungen:

a) Das Einsinken <sup>1)</sup> nach innen der Flächen und Kanten der scharf nach *R*. — *R* ausgebildeten secundären Glasporen.

b) Die eigenthümlichen Hohlräume, die ein expansibles Flüssigkeitssphäroid enthalten und wahrscheinlich durch Ausdehnung entstanden sind.

Das Vorkommen des Tridymits in Striegauer quarzreichen Einschlüssen hat bereits Trippke <sup>2)</sup> erwähnt; er beschreibt denselben als oberflächliches Frittingsproduct gewisser Quarze. Er blieb aber immerhin eine Seltenheit und wurde später nicht mehr beobachtet. Zwischen den Gemengtheilen des vorliegenden Stückes steckt der Tridymit allenthalben reichlich; seine Täfelchen erfüllen entweder die Interstitien, welche dann wie Löcher im Schliffe aussehen, oder sie legen sich peripherisch um Hohlräume, Glaspertien und längs der Glasadern. Die Umrisse der einzelnen Tafeln sind oft scharf hexagonal, die Aggregate entbehren jedoch jedweder Grellichkeit. Auch nadelartige und leistenförmige Schnitte nach *c* kommen vor. Die bekannten, von Schuster und Lasanlx beschriebenen Polarisationserscheinungen können an grösseren Individuen gut wahrgenommen werden. Oft hat er sich auf Kosten des Quarzes in sehr instructiver Weise ausgeschieden; die manchmal schon bis auf eine geringe Spur resorbirten Quarzreste sind von einem hellen Glashofe, worauf ein Tridymitkranz folgt, umgeben (Taf. VI, Fig. 3 c).

Die meisten Tridymite sind völlig rein und führen nur wenig Einlagerungen, die bei ihrer Winzigkeit kaum auf etwas anderes als auf Dampf- und Glasporen zu beziehen sind; es fanden sich nämlich darunter auch grössere hyaline Interpositionen. Es ist eine häufige Erscheinung, dass der Tridymit wasserhell und sehr arm an Einschlüssen ist, während die anderen aus demselben Magma auskrystallisirten Substanzen von Einlagerungen aller Art wimmeln.

Der granitische sowohl wie der neugebildete Feldspath sind orthotom; Plagioklas fehlt gänzlich. Die grösseren ursprünglichen Orthoklase haben ihr granitisches Aussehen beibehalten; sie sind im Innern trübe, theilweise körnig polarisirend und hie und da von Glasadern durchwachsen, die kleineren dagegen mit Glas förmlich getränkt. Der neogene Feldspath lagert sich stets krystallonomisch an den primären; war zur freien Entwicklung Raum genug vorhanden,

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. VII, Heft 1.

<sup>2)</sup> Trippke, Beitr. z. Kenntn. schles. Basalte. Inaug.-Diss. Breslau 1878.

so haben sich die unregelmässigen granitischen Reste zu wahren Krystallen ausgebildet. Er zeigt meistens die bekannte Gitterstructur <sup>1)</sup> mit glaserfüllten Maschen und ist im Gegensatz zum primären stets wasserhell sowie sehr arm an Interpositionen, worunter seltene, aber sehr deutliche und kleine fluidale Poren mit tänzelnden Libellen, hyaline Partikel mit und ohne Bläschen, schliesslich wie geflossen aussehende braunrothe Körner zu erwähnen sind. (Spinell?)

Ein blassgrüner häufig scharf nach 100 . 110 . 101 . 111̄ krystalisirter Augit findet sich in grösserer Menge erst in der Nähe des Contactes ein. Bei beginnender Zersetzung wird er faserig und lebhaft seladongrün; häufig sind im Innern noch völlig frische Individuen stellenweise von einer fibrösen, viel dunkler grünen Schale überkrustet (Taf. VI, Fig. 46).

In seiner klaren, an Einlagerungen armen Substanz habe ich ausser leeren oder vielleicht ganz mit Flüssigkeit erfüllten Hohlräumen auch echte Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, die beim Erhitzen zwar nicht expandirten, jedoch den Ort wechselten, wahrgenommen. Wir finden somit in Neubildungsproducten beide Porenarten, ein Umstand, der das Vorhandensein von Wasser und Kohlensäure im Magma bestätigt. Oder stammt etwa beides von den resorbirten Gemengtheilen des Granits?

Das völlig homogen-hyaline Frittungsglas führt stellenweise schöne Sphärolithe und Globulitaggregate.

Die oft mit deutlichen pyramidalen Endigungen versehenen Zeolithnadeln in den Mandeln zeigen stets eine radial-strahlige Gruppierung.

Ein anderer Einschluss (II. Einschluss. Striegau) ist ein grauer, compacter und sehr wenig poröser Granit mit rauchgrauen Quarzen; eine 1½ Centimeter breite, aus glänzenden Pyroxenen und hauptsächlich aus grossen Sanidinen bestehende Kruste mit etlichen Kalkspathmandeln trennt ihn vom Basalt. Unter dem Mikroskope zeigt er folgende Gemengtheile: Reste des granitischen Orthoklases, Sanidin mit sehr wenigem Plagioklas, primären und pyrogenen Quarz, Augit, Hornblende, Spinell, Apatit, Eisenglimmer, Zirkon und Glasresiduum.

Der sehr rissige, von Poren aller Art wimmelnde und von Glasadern durchschwärmte, granitische Quarz zeigt eine Reihe der

<sup>1)</sup> Gleichsam „glasgetränkter Feldspathschwamm“.

instructivsten Frittungserscheinungen. Der normal-granitische Quarz enthält nirgends Dampfporen in solcher Menge; folglich muss der Mehrzahl derselben ein secundärer Ursprung zuerkannt werden. Zugleich mit recht zahlreichen und zum Theil sehr grossen secundären Glaseinschlüssen trifft man hier wieder jene äusserst dunkel umrandeten Hohlräume mit einem liquiden Tropfen, welcher nur den 8. bis 4. Theil derselben ausmacht. Dürfte nicht vielleicht die Kohlensäure den ursprünglichen Raum während der Frittung ausgedehnt und später beim Erkalten nicht mehr gänzlich auszufüllen vermocht haben? Einen Einschluss flüssiger Kohlensäure trennt vom Glase z. B. eine kaum 0.001 Millimeter starke Quarzscheidewand, die, um nicht zu bersten, während der Frittung doch wohl eine gewisse Zähigkeit besessen haben musste (Taf. VI, Fig. 2b).

An den der Wirkung des Frittungsglases zumeist ausgesetzten Stellen der primären Reste tritt der regenerirte Quarz auf, dessen in der Regel reine und wasserhelle Substanz grell gegen die ersteren absticht. Er bildet vorzugsweise Aggregate rhombischer, dicht gedrängter und optisch gleich orientirter Durchschnitte, wie es bereits Lehmann<sup>1)</sup> angegeben hat (Taf. VI, Fig. 2a). Zwischen den einzelnen Individuen, die selbst häufig hyaline Partikel beherbergen, steckt erstaunlich wenig Glas in Form von Lappen und oft hauchdünnen Häuten, so dass man kaum zu begreifen vermag, wie die wenige hyaline Materie so vieler Kieselsäure hätte als Lösungsmittel dienen können. Die mitten im Glase liegenden Krystalle sind scharfe skeletartige Hexagone und Rhomben mit glaserfüllten Maschen. Auch hier kommen, obzwar seltener, fluidale Einschlüsse mit expansiblen und beweglichen Libellen vor.

Zwischen dem eigentlichen granitischen Gestein und dem Basalt liegt eine fast  $1\frac{1}{2}$  Centimeter breite Zone, die beinahe ausschliesslich aus eckigen, verschieden orientirten Sanidinfeldern mit vereinzelt Plagioklasen besteht. Die Feldspathkörner berühren sich unmittelbar, nur selten scheint zwischen denselben eine dünne Glashaut vorhanden zu sein. Die Grenze der einzelnen Felder wird oft erst im polarisirten Lichte sichtbar; Glasadern durchziehen regellos den ganzen Sanidincomplex; es scheint daher, dass die Feldspathzone bereits erstarrt war, als das Glas eindrang. Dieser Sanidin zeigt zwar häufig eine Verwachsung nach dem Karlsbader Gesetze, keine

<sup>1)</sup> A. a. O.

Spur aber von Spaltung oder nur Absonderung. Die verwaschene und undulatorische Streifung des in gewöhnlichem Lichte vom Sanidin nicht unterscheidbaren Plagioklases lässt keine genaue Messung der Auslöschungsschiefe zu.

Die prächtig homogene Sanidinsubstanz führt folgende Interpositionen:

a) Grosse, lichtgrüne Augitprismen (Auslöschungsschiefe  $52^{\circ}$ ) mit Glas- und Flüssigkeitseinschlüssen. Zuweilen sind besonders die Enden der Krystalle wie incrustirt von einer lebhaft zeisiggrünen, dichroitischen Substanz mit gerader oder wenigstens sehr kleiner Auslöschung; ihre Natur erscheint zweifelhaft.

b) Lange, meergrüne Nadeln nebst den offenbar dazu gehörenden scharf-hexagonalen Durchschnitten scheinen Apatit zu sein.

c) Rothbraune, langgezogene rhombische Eisenglimmertafeln, die sich gern radial-strahlig anordnen.

Der pyrogene Feldspath im Innern des Einschlusses hat sich in skelet- oder gitterartigen Gebilden, in langen, schilfigen und strahlig gruppirten Lamellen ausgeschieden, sowie um die Reste des primären angesetzt. In den grossen tafelartigen Individuen findet eine Anhäufung grüner Borsten und ausserordentlich vollkommener Krystalle eines meergrünen Spinells, dessen zierliche Octaeder und Zwillinge eine Grösse von 0.03 Millimeter erreichen, statt.

Ferner fand ich in der Sanidinkruste, sowie in dem Einschlusse selbst ein rothbraunes Mineral, welches ein Prisma nebst Domen, starken Dichroismus ( $\parallel c$  rothbraun,  $\parallel a$  blassgelb), eine der domatischen Endigung parallele Absonderung und eine Auslöschungsschiefe von beiläufig  $20^{\circ}$  erkennen lässt (Taf. VI, Fig. 3 b).

Grosse, stahlgraue, lebhaft polarisirende und beinahe octaedrische (die Säule ist kaum angedeutet) Zirkone liegen hie und da vereinzelt im Glase. Obschon sie recht selten zu sein scheinen, gelang mir ihre Isolirung mit vieler Mühe doch, so dass ihre Zirkonnatur chemisch und optisch constatirt werden konnte (Taf. VI, Fig. 4 a). Da ein derartiger Zirkontypus weder im Striegauer noch überhaupt je in Graniten beobachtet wurde, so scheint in diesem Falle eine pyrogene Neubildung vorzuliegen; das Material dazu könnten wohl die granitischen Zirkone geliefert haben.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. VII, Heft 3.



III. Einschluss. Rossberg. Ueber den ersten Fund dieser Art am Rossberge <sup>1)</sup> habe ich bereits vor einiger Zeit referirt; seitdem fand ich einen anderen granitischen Einschluss ebendaher, der wegen der sehr merkwürdigen Ausbildung des neogenen Quarzes eine besondere Aufmerksamkeit verdient. Das Handstück macht auf den ersten Blick einen eigenthümlich pegmatitartigen Eindruck; bei näherer Besichtigung erkennt man sofort, dass keine Spur Feldspath vorhanden sei und folglich kein Gemenge, sondern vielmehr fast reiner Quarz vorliege. Aus seiner Masse ragen an einer Seite bis zu 5 Millimeter grosse, trübgraue und undeutliche Krystalle hervor, an welchen ich Rhombenflächen erkannt zu haben glaube. Der ganze Einschluss zerfällt in zwei verschieden struirte Lagen: die dem Basalt zugekehrte 2 Centimeter starke Kruste ist mittelkörnig; das Uebrige besteht aus 0.5 Centimeter grossen, dicht aneinandergefügt und mitunter scharf hexagonalen Quarzindividuen. Dünne Adern einer weissen Substanz (Tridymit) durchziehen besonders die feinkörnige Zone; ein Glasement lässt sich makroskopisch nur vermuthen.

Damit alle Theile des Einschlusses gleichförmig zur Untersuchung gelangen konnten, liess ich bei R. Fuess in Berlin einen durch die ganze Stufe gelegten Dünnschliff von 6 Quadratcentimetern anfertigen. Derselbe gewährt schon unter der Loupe ein überraschendes Bild; vierfache Vergrösserung genügt, um in den feinkörnigen, mit Staub erfüllten Partien den pyrogenen Quarz zu erkennen. Aus der staubigen Quarzgrundmasse treten grelle, bis 0.5 Centimeter grosse, scharf hexagonale oder trianguläre Durchschnitte hervor, die im Innern getrübt, wie helle Rahmen aussehen (Taf. VI, Fig. 6).

Unter dem Mikroskop erscheinen die Reste des primären Quarzes als unregelmässige, einheitliche Felder mit wenigen fluidalen, vereinzelt secundären hyalinen und einer Anzahl offenbar ebenfalls secundärer Dampfporen, worunter auch jene bereits mehrmals erwähnten Cavitäten <sup>2)</sup> mit Flüssigkeit beobachtet wurden. An gewissen Stellen lassen sich der primäre und regenerirte Quarz nur schwer unterscheiden, denn es bleiben manche im gewöhnlichen Lichte einheitliche Complexe auch bei gekreuzten Nicols einfarbig und verrathen ihre polysynthetische Structur erst bei Drehung des Präparates

<sup>1)</sup> Bull. Soc. Min. 1885, 2.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. VII, 1, pag. 70.

in seiner Ebene zwischen gekreuzten Nicols; sodann zerfällt die ganze Partie in grau-violett nuancirte Rauthenfelder (Taf. VI, Fig. 5 b). Zur Unterscheidung beider dient noch folgendes Verhalten: während das Frittungsglas die primären Körner abrundet und ganz regellos durchdringt, isolirt es oft die Krystalle des regenerirten und bildet in demselben nach krystallographischen Gesetzen geradlinig begrenzte Räume (Taf. VI, Fig. 7).

In diesem Falle liegen folgende zwei Ausbildungsarten des pyrogenen Quarzes vor:

a) Grosse, aus dicht gedrängten und gleichorientirten, rhombischen Durchschnitten bestehende Complexe (Taf. VI, Fig. 5 b); zwischen den einzelnen Individuen steckt entweder gar kein Cement oder oft nur hauchdünne Glashäute. Die stellenweise fast kaum angedeuteten Krystallgrenzen kommen daher erst bei Drehung des Präparates in seiner Ebene zwischen gekreuzten Nicols zur Geltung. Ueberall, wo in die polysynthetischen Partien hyaline Materie eingedrungen ist, oder sich angesammelt hat, kehren derselben die Kryställchen (nach  $R. - R$  und seltener  $R. - R. \infty P$ ) scharfe Contouren zu und werden darin häufig ganz losgerissen und isolirt gefunden (Taf. VI, Fig. 7). Die an und für sich wasserklare Quarzsubstanz führt schwarmweise unzählige, nicht individualisirte Interpositionen: Dampfporen von allen Dimensionen; hyaline Partikel; vereinzelte Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, worunter die einen schon bei  $35^{\circ}$  Celsius, die anderen dagegen nicht einmal bei  $100^{\circ}$  Celsius verschwanden. Bemerkenswerth erscheint es mir, dass bei allen diesen Einschlüssen runde und ovale, nirgends aber dihexaedrische Formen auftreten.

b) 1 Centimeter messende, scharf-hexagonale oder dreieckige Durchschnitte, die mitten zwischen primären und pyrogenen Quarzen liegen, gehören der zweiten Modification des regenerirten Quarzes an. Schon makroskopisch heben sie sich mit grosser Schärfe und wasserhell von der Grundmasse ab und sind nur stellenweise im Innern durch Schweife und Flecken staubiger Beschaffenheit getrübt (Taf. VI, Fig. 6). Unter dem Mikroskop zeigen die klaren, homogenen Partien einige haarscharfe, gerade Risse; das hie und da eingeschlossene und krystallinisch begrenzte Glas enthält oft kleine, scharf rhombische Krystalle. Die Staubschwärme lösen sich in dieselben nicht individualisirten Einlagerungen auf, die in viel grösseren

Dimensionen in den klaren Partien sporadisch auftreten. Runde oder ovale Dampfporen von allen Grössen; unzählige, zum Theile sehr grosse hyaline Einschlüsse; in einem derselben (0.01 Millimeter) fand ich zwei kleine fluidale Einschlüsse mit tänzelnden und expansiblen Libellen; einige seltene Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen. Unter allen diesen Interpositionen wurde keine einzige von nur annähernd dihexaedrischer Gestalt beobachtet (Taf. VI, Fig. 8).

Der Tridymit hat sich besonders reichlich in den glasgetränkten Theilen in der Nähe des Basaltes angesiedelt; seine häufig schön hexagonalen Tafeln, die sich durch Grösse und Dicke auszeichnen (Taf. VI, Fig. 5 a), verhalten sich optisch, wie es Schuster und Lasaulx beschrieben haben. Diese sonst so reinen Tridymite beherbergen überaus schöne grüne Glaseinschlüsse (Taf. VI, Fig. 5 a) nebst fluidalen Poren, deren Libellen beim Erwärmen den Ort verändern, jedoch nicht verschwinden.

Das verschiedene Verhalten des pyrogenen Quarzes zum Basaltmagma deutet darauf hin, dass man sich seinen Bildungsprocess nicht immer in derselben bekannten Weise denken dürfe. Man darf doch wohl nicht annehmen, dass das spärliche Glasresiduum des Einschlusses sowie die oft hauchdünnen Glashäute zwischen den Krystallindividuen eine solch beträchtliche Menge Kieselsäure aufzunehmen, d. h. zu resorbiren im Stande waren.<sup>1)</sup> Die Wirkung und Rolle der hyalinen Materie muss also in anderer Weise interpretirt werden. Folgende Erscheinungen deuten darauf hin, dass eine glasigmagmatische Substanz die Sprödigkeit des Quarzes vermindern und

<sup>1)</sup> Um zu erfahren, wie viel Kieselsäure ein geschmolzener Basalt (Rossberg) in sich aufzunehmen (d. h. völlig zu resorbiren) im Stande sei, ohne seine glasig-durchsichtige Beschaffenheit zu verlieren, habe ich folgende Versuche angestellt:

- I. Mit der Hälfte seines Gewichtes Kieselsäure innig vermischtes Basaltpulver floss schon sehr schwierig bei sehr hoher Temperatur und lieferte eine blasige Schlacke, die sich unter dem Mikroskope noch als völlig glasig erwies.
- II. Basaltpulver, mit mehr als der Hälfte seines Gewichtes Kieselsäure gemengt, schmilzt ausserordentlich schwer und liefert eher eine gesinterte Masse, die unter dem Mikroskope stellenweise ein stark getrübbtes Glas zu erkennen gibt.
- III. Basaltpulver mit noch mehr Kieselsäure sintert bei der höchsten Temperatur zu einem Kuchen zusammen, dessen Beschaffenheit nicht einmal schlackig zu nennen sein dürfte.

Product II schmolz in einem Coaks-Holzkohlen-Gebläseofen zu einer sehr porösen Masse, die unter dem Mikroskope nur wenige klare Stellen zeigte. Product III konnte dagegen gar nicht mehr zum Schmelzen gebracht werden.

demselben eine gewisse Dislocationsfähigkeit der Moleküle verleihen könne:

I. Die Bildung secundärer Hohlräume.

II. Vergrößerung ursprünglicher (wahrscheinlich gefüllter) Hohlräume.

III. Das Auftreten primärer Kohlensäureeinschlüsse in kleinen, abgeschmolzenen Körnern, und zwar so, dass oft Kohlensäure und Frittungsglas nur noch durch eine äusserst dünne Quarzscheidewand getrennt sind (Taf. VI, Fig. 2 b). Wäre dieser Umstand bloss auf natürlich gefrittete Quarze beschränkt, so könnte man annehmen, dass eine derartige Situation der Einschlüsse durch einen auf dem Glase lastenden Gegendruck möglich werde. Da dies jedoch ebenso bei künstlich gefrittetten kleinen Quarzkörnern, bei welchen ähnlich situierte Flüssigkeitseinschlüsse ebenfalls vorkommen, der Fall ist, so muss man natürlich eine andere Erklärung ohne mögliche Bezugnahme auf Druckwirkungen von aussen suchen.

Bei Abwesenheit eines glasigen Mediums decrepitiren bei weitem grössere Quarzfragmente (mit fluidalen Poren) unfehlbar schon im Bunsenbrenner, ein ziemlich grosser Bergkrystall mit Einschlüssen liquider Kohlensäure für sich allein geglüht, war in Sand zerfallen; liquide Interpositionen enthielt kein einziges Sandkorn mehr. Dagegen fanden sich noch Flüssigkeitseinschlüsse in einem anderen mit Basalt eingeschmolzenen Bergkrystall, welcher derselben Gruppe wie der erstere entnommen war. Die Zähigkeit des geschmolzenen, völlig flüssigen Basaltglases ist viel zu gering, um möglicherweise der inneren Tension im Einschlusse, sei es nun Kohlensäure oder bloss Wasser, das Gleichgewicht halten zu können. Folglich verliert der Quarz in einem glasigen Medium bei hoher Temperatur wenigstens einen Theil seiner sonstigen Sprödigkeit, wird also in einen zähe-elastischen Zustand versetzt.

IV. Die eingesunkenen Kanten und Flächen der secundären, scharf-dihexaedrischen Glas- und Gaseinschlüsse. Bei den secundären Poren dieser Art ist dies die Regel, während die primären solch eine Form höchst selten besitzen.

V. Die theilweise dihexaedrische Gestalt der ausserhalb der secundären Glasporen liegenden Luftblasen<sup>1)</sup>; dieselben sind etwa

<sup>1)</sup> Melaphyrquarz. Diese Zeitschrift, Bd. IV, pag. 476.

in der Weise entstanden, dass das Magmaglas auf Spältchen, indem es die darin vorhandene Luft vor sich schob und in das Ende derselben gleichsam einquetschte, in den Quarz eindrang. So bleibt der im Glase liegende Theil der Blase abgerundet, während die in den Quarz hineinragende Partie derselben dihexaedrisch wurde.<sup>1)</sup>

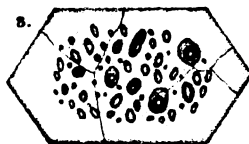
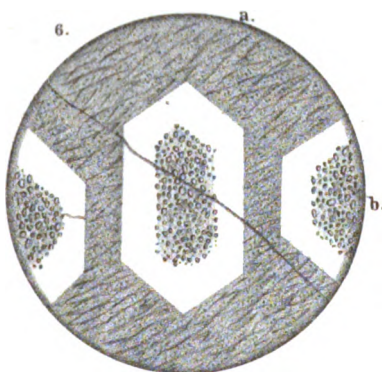
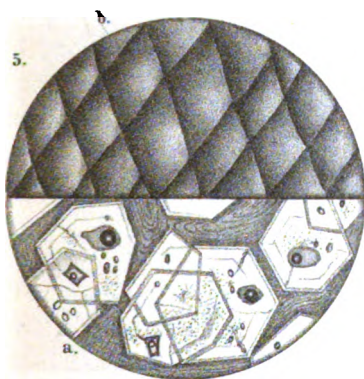
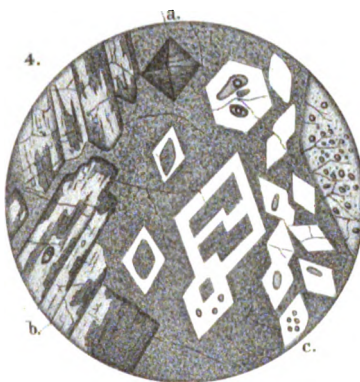
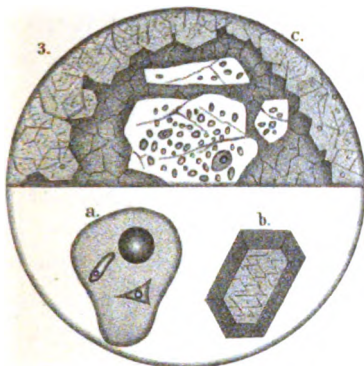
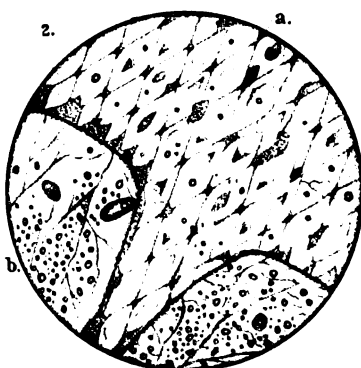
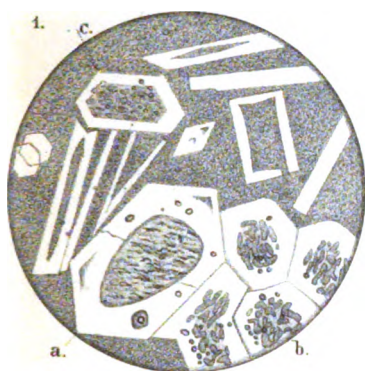
Der Hohlraum im Quarze hat sich demnach pseudomorph gestalten können, ein Phänomen, welches einen beweglichen Zustand der Quarzmoleküle wahrscheinlich macht. In einem Granitquarze, der in normalem Zustande auch keine einzige nur annähernd dihexaedrische fluidale oder gasige Interposition führte (sämmliche Einschlüsse erschienen selbst bei ziemlich starker Vergrößerung immer noch von punktartiger Winzigkeit), fand ich nach einer künstlichen Frittung im Basaltglase prachtvolle, secundäre, dihexaedrische leere Poren von auffallender Grösse. Es hatten sich somit viele neue Hohlräume gebildet, die eine dihexaedrische Gestalt annehmen mussten.

Der Regenerationsprocess des Quarzes an Orten, wo offenbar keine zur völligen Resorption der vorhandenen Kieselsäure zureichende Quantität magmatischer Materie zugegen war, kann folgenden zwei Deutungen unterliegen:

- I. Die durch das Magma dissociirten Fragmente des Quarzes (der in der Hitze rissig geworden war) werden von dem ersteren nach krystallographischen Gesetzen corrodirt und in selbstständige Krystallindividuen verwandelt, oder
- II. betrachtet man die Quarzmoleküle bei hoher Temperatur in Gegenwart eines glasigen Mediums als einer Verschiebung fähig — denn warum sollten beim Quarze zwar secundärpseudomorphe Höhlungen und nicht auch körperliche Dihexaeder in analoger Weise entstehen können? — so konnten sich beim Erkalten die zersprengten und isolirten Fragmente krystallisch gemodelt haben.

In gewissen Fällen hat es den Anschein, dass in der Natur mehrere Processe zugleich nebeneinander stattfinden können. Was den letzteren anbelangt, so vermögen vielleicht gewisse Glasvarietäten den Quarz in einen zäh-plastischen Zustand zu versetzen, d. h. seinen hohen Schmelzpunkt etwas herabzudrücken; eine physikalisch ähnliche Wirkung übt bekanntlich Aetherdampf auf Stearin aus. Da bei weitem nicht alle kieselsäurereichen Einschlüsse regenerirten Quarz

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. VII, 1, Taf. III, Fig. 13.





geliefert haben, so wirken wohl hauptsächlich gewisse chemische Eigenschaften des glasigen Frittingsproductes (Alkalien?) bei seinem Entstehungsacte mit.<sup>1)</sup>

Breslau, October 1885.

<sup>1)</sup> Ein kurzes Referat über einen von mir in der Sitzung vom 10. Juni d. J. über denselben Gegenstand gehaltenen Vortrag befindet sich in den Berichten der schlesischen Gesellschaft für Naturkunde.

### Erklärung der Tafel VI. .

- Fig. 1. Graniteinschluss aus dem Basalt von Striegau: *a*) primäre Quarzreste mit neogener Hülle; *b*) pyrogener Quarz in granitischer Aggregatform; *c*) pyrogener Quarz mit glasreichem Kern.
- „ 2. Desgleichen: *a*) pyrogener Quarz mit wenig eingeklemmtem Glas; *b*) primärer Quarz mit Dampf-, Glas- und sehr nahe am Glase situirten Flüssigkeitsporen (Kohlensäure).
- „ 3. Desgleichen: *a*) Glaseinschluss im Quarze mit liquiden Poren; *b*) braunes, stark dichroitisches Mineral.
- „ 4. Desgleichen: *a*) wahrscheinlich neugebildeter Zirkon; *b*) Pyroxen mit Flüssigkeitseinschluss und einer grünen Substanz belegt; *c*) skeletartige und volle Rhomben und Hexagone des pyrogenen Quarzes mit glaserfüllten Maschen, hyalinen und fluidalen Interpositionen.
- „ 5. Quarzeinschluss aus dem Basalt des Rossberges: *a*) Tridymit mit glasigen und fluidalen Einschlüssen; *b*) pyrogener Quarz im polarisirten Lichte bei Drehung des Präparates in seiner Ebene.
- „ 6. Desgleichen (8fache Vergrößerung): *a*) pyrogener Quarz mit vielem Staub; *b*) pyrogene Quarzkrystalle mit porenreichem Kern.
- „ 7. Desgleichen: in pyrogenen Quarz eingedrungenes Glas mit isolirten Kry-stallen.
- „ 8. Desgleichen: pyrogener Quarz mit Gas-, Glas- und Flüssigkeitseinschlüssen.

### Berichtigung

zu meinem Aufsatz „Ueber ein neues aussereuropäisches Leucitgestein“. In der Zusammenstellung der Analysenresultate (Diese Zeitschrift, Bd. VI, Heft 2, pag. 168) habe ich leider einen unverzeihlichen Schreibfehler übersehen:

Für Natron ist nämlich 5·37,

„ Kali dagegen 3·10 zu setzen.

K. v. Chrustschoff.



## XVIII. Ueber die Gesteine der Vulcangruppe von Arequipa.

Von Frederick H. Hatch.

(Mit 4 Zinkographien und Tafel VII.)

### I. Einleitung.

#### Allgemeines über die Vulcangruppe.

##### Literatur.

- Buch Leopold v.: Gesammelte Werke. Band III. pag. 609—611.  
 Curzon Samuel: Malte. Brun. Nouv. ann. des voyages XIV. pag. 289, und Boston Journal of Phil. Nov. 1823.  
 Daubeny Ch.: „Vulcane“ (G. Leonhard. Stuttgart 1851), pag. 265.  
 Humboldt Alex. v.: Kosmos. Bd. IV. 528, 548.  
 Meyen: Reise um die Erde. Theil. II. 533.  
 Raimondi: „El Departamento de Aucachs“ in dessen Peru.  
 Soldan Mateo Paz.: Geografia del Peru. pag. 15 und 453. Atlas geografico del Peru.  
 Squier: „Incidents of Travel and Exploit.“ pag. 222.  
 Weddel: Voyage dans le nord de la Bolive et dans les parties voisines du Perou. Paris 1853. Vol. I. 8.  
 Wiener Ch.: „Perou et Bolivie“. pag. 445.

Ueber die Vulcan-Gruppe von Arequipa war bisher nur sehr wenig bekannt. Die in der oben angeführten Literatur enthaltenen Berichte sind sehr dürftig und zum Theile (besonders was die Höhenangaben betrifft) widersprechend. Ich werde mich im Folgenden darauf beschränken, die verschiedenen Angaben der genannten Werke kurz zusammenzustellen. Die beiliegende Karte, die ich dem „Atlas geografico“ von Paz. Soldan entnahm, zeigt die relative Lage der Vulcane; während die Skizze einer sehr schönen von Herrn Dr. A. Stübel an Ort und Stelle aufgenommenen Zeichnung die Profile dieser grossartigen Gebirgskette darstellt. (Fig. 1.)

Die Stadt Arequipa (16° 24' 28" Breite und 74° 21' 00" Länge, 2392 Meter über dem Meeresspiegel) liegt auf einer fruchtbaren, von Gebirgen umgebenen Hochebene. Die nördliche Grenze dieser Ebene ist durch drei schneebedeckte Vulcane gebildet, wovon der Kolo:s des Misti in der Mitte emporragt, während die lang

gestreckten zackigen Berge Charchani und Pichupichu, jener



links, dieser rechts, seine Seiten decken. Zwischen Misti und Pichu-

Mineralog und petrogr. Mittheil. VII. 1886. (F. H. Hatch.)

pichu, jedoch weiter zurückliegend, wird auf der Zeichnung noch ein anderes niedrigeres vulcanisches Gebirge sichtbar; wahrscheinlich gehört demselben als Gipfelpunkt der unter dem Namen Uvillas (oder Ubinas) bekannte Vulcanberg an. Ein sehr ausgedehnter, an Lavaströmen und Bimsstein reicher Krater soll ihm eigen sein. Die kleinen Vulcanberge Onato und Viejo sind auch bekannt. Auf dem Hochplateau, welches dieser Gruppe so imposanter Vulcanberge zur Basis dient, erheben sich über das allgemeine Niveau der Ebene auch einige kleinere Hügel und Bergrücken von nicht eruptiver Entstehung. Alte krystallinische Gesteine, die an dem Fundamentalbau der Cordillere bekanntlich den wesentlichsten Antheil nehmen, setzen sie zusammen. Aus diesen alten Gesteinsarten<sup>1)</sup> bestehen die Cerros de Caldera und die Hügel von El Tingo und Sachaca, welche die Ebene von Arequipa gegen S. und SW. begrenzen. Der letzte dieser Bergrücken, welcher von dem Meere bespült wird, besteht aus einem grobkörnigen Granit, der aus rothem Feldspath, milchweissem Quarz und etwas Glimmer zusammengesetzt ist. Dieser Granit, von welchem leider keine Stücke vorliegen, tritt am Fusse der Anden überall auf, aber nirgendwo bildet er Berge von beträchtlicher Höhe.

El Misti oder der Vulcan von Arequipa (s. Breite 16° 20') liegt etwa 3 Meilen (22 $\frac{1}{2}$  Kilometer) NO. von der Stadt, welche auf seinem untersten Abhange gebaut ist. Ueber seine Höhe liegen nur die allerwidersprechendsten Angaben vor.

In folgender Tabelle sind alle mir bekannten Höhenangaben angeführt:

N a m e	Datum	Meter	Par. Fuss
Dr. Thaddäus H änke . . . . .	1796	6201	19.080
Dolley . . . . .	1826	5756	17.712
Pentland (Annuaire du Bureau des Longit. pour l'an 1830, pag. 325) . . . . .	1830	5600	17.240
Pentland (Phys. Geog. von Mary Sommerville 3. Aufl. Vol. II, pag. 454) . . . . .		6190	19.065

<sup>1)</sup> Von diesem Gestein gibt Leopold v. Buch folgende Beschreibung (l. c. pag. 12): „ . . . . . une diorite formée d'un mélange à grain moyen d'amphibole vert noirâtre et d'albite d'un blanc grisâtre. C'est la composition de l'andésite de volcans, quoique la roche soit d'une nature entièrement différente. L'amphibole est preponderante et colore la masse entière, et lui donne une ténacité fort éloignée de l'état presque friable de l'andésite. Dans celle-ci tout est blanc et les cristaux noirs, très prononcés, ne paraissent que disséminés sur le fond blanc, grenu et à très petit grain de l'andésite. La pesanteur spécifique de ces deux, si semblables

Durch die Betrachtung dieser Tabelle wird man einer merkwürdigen Uebereinstimmung einerseits von der ersten Angabe Pentlands mit derjenigen von Dolley, anderseits von Pentlands zweiter Angabe mit der von Hänke gewahr; obwohl diese untereinander eine Differenz von etwa 1500 Fuss aufweisen. Wohl mag Humboldt dieses „einen traurigen Zustand der Hypsometrie“ nennen.

Von der Stadt Arequipa aus steigt der mit Aschen und Gesteinsblöcken bestreute Boden, welcher nach Stübel aus einem weissen quarzführenden Bimssteintuff<sup>1)</sup> besteht, nur ganz allmählig bis zum Fuss des Misti. Die steilen Abhänge dieses ausserordentlich symmetrischen Kegels sind mit Blöcken von Andesit, Bimstein und Obsidian zusammen mit schwarzen Aschen und vulcanischem Sand bedeckt. Weiter hinauf werden dieselben sehr schroff und mit Eis überzogen.

Der meist schneebedeckte Gipfel ist zu Zeiten von leichten Rauchwolken verhüllt, die wahrscheinlich doch nur aus feinen, durch den Wind aufgewirbelten Aschen und Staub bestehen. Von der letzten Eruption<sup>2)</sup> sind keine Berichte vorhanden; allein die Beschaffenheit des umgebenden Bodens und die Menge der herumliegenden Gesteinsblöcke beweisen, dass der Vulcan mehrere Male die Gegend mit seinen Laven überfluthet hat. Bei den stärkeren Erdbeben, die in dieser Gegend hin und wieder stattfinden, steigen aus dem Vulcan Feuer- und Rauchsäulen empor, welche bei den Arequipanern die Furcht erwecken, dass der Misti wieder thätig und ihre geliebte

---

par leur composition, est donc assez différente et leur donne un caractère tranché même dans les descriptions.“ Ein Stück dieses Gesteins (von dem Dorfe Cerro Tingo), auf welches die obige Beschreibung einigermassen passt, befand sich unter den von Herrn Dr. Stübel gesammelten Gesteinen. Dasselbe ist, wie die nachfolgende mikroskopische Untersuchung ergibt, etwa ein quarzhaltiger Augitsyenit.

<sup>1)</sup> Diesen Tuff haben ältere Beobachter wegen seiner dichten Beschaffenheit und der grossen Einsprenglinge von Quarz und Feldspath, für einen verwitterten Porphyry gehalten; denn die Beschreibung des Porphyrs, welcher nach Leopold v. Buch (l. c. pag. 61) die Unterlage des Misti bildet, passt ziemlich genau auf unseren verkieselten Tuff.

<sup>2)</sup> Vergl. Humboldt l. c. pag. 549. „Meyen sah im August 1831 grosse Rauchsäulen aufsteigen; ein Jahr früher hatte der Vulcan Schlacken, aber nie Lavaströme ausgestossen.“ In dem Neuen Jahrb. (1870, pag. 435) schreibt C. W. C. Fuchs: „Im September ereignete sich eine Eruption am Misti. Im Beginne derselben wurde der Boden von Guayaquil 2—4 Zoll hoch mit Asche bedeckt.“ Diese Angabe von Fuchs scheint einer wenig zuverlässigen Quelle entnommen zu sein.

Stadt mit seinen glutflüssigen Laven und heissen Aschen überschütten werde.<sup>1)</sup>

Obwohl die Besteigung des Misti wegen der grossen Aschenanhäufungen, welche in gewissen Höhen den Berg bedecken, und der rauen Winde, welche um den Gipfel brausen, grosse Schwierigkeiten bietet, ist sie doch von verschiedenen Reisenden glücklich ausgeführt worden.<sup>2)</sup> Im Jahre 1796 erstieg ihn Thaddäus Hänke, der Botaniker der Expedition von Malaspina, und fand unterwegs ein Kreuz, das schon 12 Jahre früher aufgerichtet war. Der Nächste, welcher den Gipfel erreichte (im Jahre 1811), war Samuel Curzon, ein Amerikaner<sup>3)</sup>. Nach Curzon erstieg ihn wieder (erst im Jahre 1847) Dr. Weddell, ebenfalls ein Botaniker. Einen kurzen Auszug aus der Beschreibung des Letzteren, welche sich in Soldan's „Geografia del Peru“ befindet, führe ich hier an: Der Reisende beklagt sich zunächst über die Schwierigkeiten (die durch Aschen und Sand, Athmungsbeschwerden etc. verursacht wurden), die er mit grossen Anstrengungen zu überwinden hatte. Er gibt dann an, dass die Abhänge des Vulcans ganz mit losen Aschen bedeckt sind, so dass man nur an wenigen Punkten auf felsigen Partien festen Fuss fassen kann. Noch weiter hinauf besteht der Boden aus zusammengehäuften, mit einem ausblühenden Salz bedeckten Felsen, aus deren Klüften schwefelhaltige Gase ausströmen. „An dieser Stelle,“ schreibt er, „konnte ich kaum 2—3 Meter gehen ohne wegen Athmungsbeschwerden

<sup>1)</sup> Hierüber habe ich von Herrn Dr. Stübel folgende Notiz erhalten: „In geschichtlicher Zeit hat der Misti wohl niemals eine erhöhte vulcanische Thätigkeit bekundet, wenigstens sind Lavaströme von ihm nicht ergossen worden. Dass er Asche aus seinem Krater ausgeworfen (1542) und Feuererscheinungen gezeigt habe, wird zwar behauptet, steht aber nicht über jeden Zweifel erhaben. Selbst darüber, ob der Misti aus seinem Gipfelkrater zeitweilig Rauch ausstösse oder nicht, widersprechen sich — so befremdend es auch klingen mag — die Meinungen der Bewohner von Arequipa. (Ich selbst habe während meines Aufenthaltes in Arequipa, Jänner 1877, keinen Rauch wahrgenommen.) Häufig genug werden in Südamerika Wolkenbildungen von den Eingeborenen für Rauch angesehen. Die grösste Wahrscheinlichkeit hat wohl die Annahme für sich, dass eine geringe Fumarolenthätigkeit, welche ab und zu eine Steigerung erfährt, im Krater stattfindet. Nach Falb hat der Krater 1878 stark geraucht.“

<sup>2)</sup> Der Misti ist in den letzten Jahrzehnten wiederholt bestiegen worden, besonders von Ausländern (Althaus, Witt, Markham, Falb), welche in Arequipa wohnhaft waren. Die Kenntniss der Topographie des vulcanischen Berges hat dabei leider keine wesentliche Bereicherung erfahren.

<sup>3)</sup> Boston Philos. Journ. 1823, Nov. 768.

Halt zu machen. Ich hatte schon beinahe den Muth verloren, und war im Begriff mein Vorhaben aufzugeben, als ich, nach der Ueberschreitung eines Felsenriffes, durch einen ganz wundervollen Blick zum Stehen gebracht wurde: die Spitze des Vulcans war verschwunden und ich befand mich am Rande eines ausgedehnten Kraters, welcher den Eindruck machte, als ob hier eine Pulvermine zerplatzt wäre und in ihrer Explosion die Spitze des Vulcans zerstört hätte. Der Punkt, wo ich mich jetzt befand, bildete einen Theil einer grossen Mauer, welche sich fast senkrecht nach Innen neigte und dem Verlauf des Abhanges rings um den Krater<sup>1)</sup> folgte. Der von dieser Wand umgebene Raum, den ich nur mit einem grossen Hof vergleichen kann, war nichts Anderes, als der äusserste Krater des Vulcans. Die Höhlung war beinahe vollständig mit einer kegelartigen Anhäufung von schwarzen Aschen erfüllt, ähnlich denen, welche sich am Abhange befanden.“ An diesem Kegel konnte Dr. Weddel keine Oeffnung entdecken; auch vermisst er das Zittern und das brodelnde Getöse, wodurch die Besuchenden eines thätigen Vulcans gewöhnlich überrascht werden. Ehe er zurückkehrte, kletterte Dr. Weddel an der Mauer, welche auf der Seite, wo er sich befand, nur einige Meter hoch war, herunter, indem er die Felsenriffe als Leiter benützte, und überzeugte sich, dass die corridorartige Strasse, welche den Kegel von der Mauer trennte, denselben ganz umlief.

Der Vulcan Charchani (Chachani oder Cachení), ein in die Länge gezogener zackiger Berg, liegt (nach Pentland in s. Breite 16° 11') etwa 8 Leguas (33 $\frac{1}{2}$ , Kilometer) nördlich von Arequipa und ist von dem Misti durch das tiefe Thal des Rio Quilca (oder Chili) getrennt. Seine Höhe ist nach einer Messung von Dolley 18,382 Par. Fuss (5971 Meter). Im südöstlichen Theil des Gipfels glaubte Curzon einen grossen Krater zu sehen. Nach den schriftlichen Notizen des Herrn Stübel liegen am Westabhange des Cerro Charchani, unweit Yurac, mächtige Lavaströme über dem quarzführenden Bimssteintuff und bedecken auch Aschenschichten. Der ganze Berg scheint über und über aus demselben Gestein zu bestehen.

<sup>1)</sup> Nach Curzon (l. c.) haben diese Felsen auf der Westseite eine Höhe von 300—450 Fuss, aber sie neigen sich beträchtlich nach Süden hin. Die Grösse des Kraters ist nach diesem Beobachter etwa 1800 F. von SO. nach NW. und 800 F. von SW. nach NO.

Der Vulcan Pichupichu liegt in s. Breite  $16^{\circ} 25'$  etwa 4 Meilen (30 Kilometer) im Osten von der Stadt Arequipa. Die Höhe über dem Meere ist nach Pentland 17,355 Par. Fuss (5537 M.). Nach der Skizze von Herrn Stübel scheint der Gipfel dieses Berges sehr ausgebreitet zu sein und einen Krater einzuschliessen.

Ueber diese beiden Vulcane Charchani und Pichupichu schreibt D'Aubeny (l. c.) im Jahre 1851: „Diese Berge bildeten vielleicht früher einen Theil vom Wall des ausgedehnten Erhebungs-Kraters, in welchem in Folge neuerer Eruptionen der Vulcan von Arequipa entstand.“ In dieser Hypothese D'Aubeny's erkennen wir den Ausdruck der damals herrschenden Erhebungslehre, nach welcher in der That die zu beiden Seiten des Misti liegenden Berge so aufgefasst werden könnten, als ob sie übriggebliebene Reste eines den Misti einst umschliessenden Walls wären. Nach neueren Angaben ist es aber wahrscheinlicher, dass Charchani und Pichupichu durchaus selbstständige Vulcane mit eigenen Kratern sind, die mit dem Misti auf einer gemeinsamen Spalte entstanden.

Das Gestein, welches die Höhenzüge südlich von Arequipa (Cerro de Caldera) und die aus dem Alluvialboden hervorragenden Felskuppen des Cerro Tingo und des Cerro Sachaca bildet, stellt ein weisses, hartes, dichtes Gemenge von Plagioklas, Quarz und Augit dar, das sich wahrscheinlich den quarzhaltigen Augitsyeniten am besten anreihet. Dasselbe ist, ungeachtet seiner Härte, sehr zersetzt. Aederchen von Kalkspath durchsetzen das Gestein und bewirken, dass dasselbe ein deutliches Aufbrausen mit Salzsäure gibt. Aus dem Augit ist Uralit entstanden, welcher an vereinzelter Stellen dem Gestein eine grüne Farbe verleiht.

Unter dem Mikroskope erkennt man folgende Gemengtheile, Plagioklas, Orthoklas (?), Quarz, Augit, Uralit, Kalkspath, Anatas Zirkon. Plagioklas ist leicht an seiner allerdings verschwommenen Zwillingstreifung zu erkennen. Er bildet keine bestimmten Krystalle, sondern unregelmässig begrenzte Körner. Viele derselben lassen keine Zwillingstreifung erkennen; aber bei dem hohen Grade der Zersetzung ist es nicht möglich zu entscheiden, ob Orthoklas auch vorhanden ist, obwohl dieses wahrscheinlich der Fall ist. In dem Feldspath eingelagert erscheinen als Neubildung zahlreiche Glimmerblättchen, die stellenweise eine beträchtliche Grösse erlangen; meist sind dieselben einander parallel orientirt. Kleine grünliche, ebenfalls

im Plagioklas eingeschlossene Mikrolithe mögen wohl Augit sein. Neben diesen beiden Neubildungen erblickt man wolkenartige Anhäufungen von winzigen undurchsichtigen Partikeln (Kaolin?)

Der Quarz bildet farblose, zum Theile recht grosse Körner, die, obwohl sie keine bestimmten Conturen besitzen, doch durch ihre völlig reine Beschaffenheit von der übrigen Gesteinsmasse abstechen. Bei der stärksten Vergrösserung nimmt man Flüssigkeitseinschlüsse wahr, oft mit beweglichen Libellen. Unter gekreuzten Nicols polarisirt er mit nur schwachen grau-gelben Farben, nicht mit den lebhaften Farbentönen, die man sonst bei Quarz zu sehen gewöhnt ist.

Augit findet sich in farblosen Körnern, manchmal derart zerrissen und gestaucht, dass die Zugehörigkeit der einzelnen Theile sich nur durch die gleichzeitige Auslöschung erkennen lässt. Viele Körner zeigen Spaltbarkeit nach  $\infty P$  sehr deutlich. Auslöschung gegen die Verticalaxe wurde bis  $44^\circ$  gemessen. Fast alle Querschnitte sind polysynthetisch verzwillingt. In Schnitten mit fast rechtwinkliger Spaltbarkeit liegen die Zwillingsslamellen in der Diagonale der Spaltrisse. Der Augit hat zwei Arten der Zersetzung erlitten, die wahrscheinlich von einander abhängig sind. Durch seine Umwandlung ist nämlich Kalkspath und Uralit gebildet worden. Diese Umwandlung in Kalkspath deutet auf einen kalkreichen Augit (einen Diopsid) und damit stimmt auch seine farblose Beschaffenheit überein. Uralit enthält nur circa 12 Procent  $CaO$ , während Diopsid circa 26 Procent enthält. Wenn nun von dem Diopsid etwa die Hälfte des Kalkes durch Umwandlung in  $CaCO_3$  weggeführt würde, so wäre dadurch der Uebergang in Uralit sehr erleichtert. Der Uralit erscheint als Ausfransung am Rande der Augitkörner oder als Ausfaserung längs der Risse in denselben. Er ist gelbgrün gefärbt und deutlich pleochroitisch. Die Auslöschungsschiefe wurde im Maximum zu  $17^\circ$  gemessen.

Von Interesse ist ein Mineral, das in diesem Gestein in kleinen braunen glasglänzenden bis zu 1 Millimeter grossen Körnern auftritt. Das specifische Gewicht ist jedenfalls über 3.2, da die Körner in einer borwolframsauren Cadmiumlösung dieser Dichte allmählig zu Boden sinken. Im Dünnschliff unter dem Mikroskope erscheint das Mineral in zum Theile recht grossen unregelmässig begrenzten Körnern von röthlich-brauner eigenthümlich fleckig vertheilter Farbe, welche auf den ersten Blick so aussehen wie Titanit. An Titanit ist jedoch nicht zu denken, weil geeignete Querschnitte unter gekreuzten Nicols



in convergentem Licht ein deutlich einaxiges Bild geben. Die Körner zeigen stellenweise einen ausgeprägten Pleochroismus, obwohl der Farbenwechsel (licht-röthlichbraun bis gelblichgrau) kein grosser ist. An einzelnen Stellen glaubt man Andeutungen einer pyramidalen und prismatischen Begrenzung der Körner zu sehen. Ebenso wurden Spaltrisse nach zwei Richtungen (*P* und *OP*?) beobachtet. Eingeschlossen finden sich Körnchen von Titaneisen und rothbraune Nadelchen von Rutil, welche letztere bisweilen unter einem Winkel von  $114^{\circ}$  sich kreuzen. Sie bilden also Zwillinge nach  $P_{\infty}$ .

Das Vorhandensein von Titaneisen und Rutil deutet auf ein titanbaltiges Mineral, welches nach seinen krystallographischen und optischen Eigenschaften quadratisch sein muss. Das Mineral, das diese beiden Bedingungen erfüllt, ist der Anatas. Vergleichung mit einem Schnitte von braunem Anatas vom Binnenthale ergab die genaue Uebereinstimmung bezüglich der Farbe, deren Vertheilung und Pleochroismus. Eine chemische Untersuchung liess die geringe Menge des Materials nicht zu.

Noch zu erwähnen sind kleine wohlbegrenzte Körner von Zirkon, welche zum Theile eine undeutliche tetragonale Begrenzung zeigen. Sie zeichnen sich durch ihre sehr lebhaften Polarisationsfarben (rosa und grün) und durch ihre starke Doppelbrechung aus.

Dieses und alle anderen Gesteine der Umgegend von Arequipa, welche im Folgenden beschrieben werden, sind von Herrn Dr. A. Stübel bei dessen Anwesenheit in Arequipa im Beginne des Jahres 1877 selbst gesammelt und dem Verfasser durch Vermittelung des Herrn Professor von Lasaulx zur Untersuchung gütigst überlassen worden.

## II. Die Gesteine der Vulcangruppe.

### I. Ueber Hypersthen als Gemengtheil jüngerer Eruptivgesteine im allgemeinen.

#### Literatur.<sup>1)</sup>

Becke: Die Unterscheidung von Augit und Bronzit in Dünnschliffen. Diese Mitth. V. Bd. 527.

Blaas Jos.: Petrog. Studien an jüngerem Eruptivgesteinen Persiens. Diese Mitth. 1880. 479.

<sup>1)</sup> Nach Vollendung dieser Arbeit erschienen die „petrographischen Mittheilungen aus den südamerikanischen Anden“ von R. Kück. (Neues Jahrb. 1886. d. I, pag. 35). Es war deshalb unmöglich in derselben auf seine Resultate zu verweisen.

- Bonney J. G.: Notes on the microscopic Structure of some rocks from the Andes of Ecuador. *Proceedings of the Royal Soc.* 229, 231, 232, 234 (1884).
- Cross Whitman: On Hypersthenandesite. *Amer. Journ. of Sc.* XXV. 146 (1883). 139—144. N. J. 1883. II. 222.
- Derselbe: *Bull. of U. S. Geol. Survey.* Nr. 1 (1883). N. J. 1884. I. 227.
- Diller J. S.: A Trip to Mt. Shasta. The Chautauquan, July 1885. 73. Siehe auch *Amer. Journ. Sci.* Vol. XXVI. Sept. 1883.
- Drasche R. v.: Zur Kenntniss der Eruptivgesteine Steiermarks. *Diese Mitth.* 1873. 4.
- Fouqué F.: Santorin et ses éruptions. Paris 1879 u. *Bull. soc. min.* III. 46.
- Fouqué et Lévy: *Mineralogie Micrographique.* Paris 1879. Taf. XXXI. 1. u. Taf. XL 1.
- Hague and Iddings: Notes on the Volcanoes of N. California etc. *Amer. Journ. of Sci.* XXVI. Sept. 1883 und N. J. 1884. I. 225.
- Derselbe: Notes on the volcanic rocks of the great Basin. *ibid.* XXVII. June 1884.
- Hussak: Eruptivgesteine von Schemnitz (Augitandesit von St. Egid). N. J. etc. (1880) I. 290. *Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanst. Wien* 1878, pag. 338.
- Judd John W.: On the Tertiary and older Peridotites of Scotland. *Quart. Journ. Geol. Soc.* Aug. 1885.
- Kotô Bundjiro: Studies of some Japanese rocks. *Geol. soc. Aug.* 1884. pag. 447.
- Lasaulx A. v.: Asche des Krakatau. *Sitzber. niederrhein. Ges. Bonn* 1883. 258.
- Merian A.: Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. N. J. 1884. III. Beil. Bd. 2. Heft 252.
- Niedzwiedzki G.: Andesit von St. Egid in Süd-Steiermark. *Diese Mitth.* 1872. IV. 253—256.
- Oebbeke K.: Ueber das Gestein von Tacomaberg, Washington. N. J. 1885. I. 3. 222.
- Petersen G.: Enstatitporphyrat aus den Cheviot-hills. *Inaug. Diss.* Kiel 1884.
- Renard A.: Krakatau Asche. *Bull. Musée royal Belge.* III. 1884.
- Rosenbusch H.: Hypersthen im Dacit. *Mass. Gest.* pag. 300.
- Roth J.: Ueber die von Güssfeldt in Chile gesammelten Gesteine. *Berl. Ak. d. Wiss.* 1885. XXVIII. 563—565.
- Sauer A.: Die Krakatau. Asche des Jahres 1883. *Ber. d. naturf. Ges. Leipzig* 1883, pag. 87.
- Siemiradzki J. v.: Hypersthenandesit aus W. Ecuador. N. J. 1885. I. 155, und IV. Beil. Bd. I. 214.
- Schmidt A.: Die Mineralien eines Andesits von Málnás. *Groth. Zeitschr. f. Kryst.* X. 210 (1885).
- Teall J. Harris: Notes on the Cheviotandesite. *Geog. Mag.* II. Vol. X. Nr. 3, pag. 100, March 1883. *Geog. Mag.* II. Vol. X. Nr. 6, pag. 252, June 1883.
- Derselbe: Hypersthenandesite. *Geog. Mag.* II. Vol. X. Nr. 8, pag. 344. Aug. 1883.
- Tschermak G.: Ueber die Unterscheidungen der Minerale der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe (*Sitzber. der k. k. Akad. der Wiss. Wien* LX.)
- Verbeek R. D. M.: Ueber Pyroxenandesit des niederländisch-indischen Archipels. N. J. 1885. I. 3. 243.
- Wichmann A.: Ein Beitrag zur Petrographie des Viti-Archipels. *Diese Mitth.* Bd. V. 1883. 38.
- Wüick J. G.: Bimsstein von Krakatau. N. J. 1885. I. Ref. 37.

Bei der folgenden Arbeit bin ich auf die Schwierigkeiten in der Bestimmung von Hypersthen (respective dessen Unterscheidung von Augit) ganz besonders aufmerksam geworden; ich möchte deshalb zunächst im allgemeinen auf die Unterscheidungsmerkmale der beiden Minerale noch etwas näher eingehen. In der vorstehend angeführten Literatur sind schon von verschiedenen Forschern, besonders von Oebbeke<sup>1)</sup>, diese Schwierigkeiten angedeutet, aber doch wohl nicht ganz ausreichend behandelt worden.

Bei der Bestimmung von monoklinem und rhombischem Pyroxen im Dünnschliff leiten uns Verschiedenheiten, erstens in der Form und Ausbildung des Krystallquerschnittes, zweitens in der Stärke der Doppelbrechung und drittens in der Lage der optischen Axen.

### I. Prüfung im gewöhnlichen Licht.

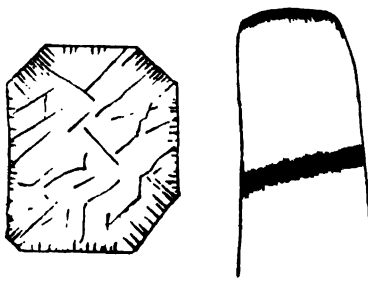
In den von mir untersuchten Gesteinen, die gleichzeitig Augit und Hypersthen enthalten, habe ich die Beobachtung gemacht, dass der Hypersthen fast immer in bestimmteren und besser conturirten Formen auftritt als der Augit. Während der letztere sehr häufig in unregelmässig begrenzten Körnern vorkommt, bildet der Hypersthen kleine mit Domen und Pinakoiden begrenzte Kryställchen, welche im Dünnschliff entweder als längere Säulchen oder als 8-seitige durch das Prisma und die beiden Pinakoide gebildete Querschnitte erscheinen. Dass Hypersthen eher in wohlbegrenzten Querschnitten auftritt wie der Augit, ist schon von verschiedenen Forschern<sup>2)</sup> bemerkt worden.

Die Spaltbarkeit parallel  $\infty P$  ist meist besser entwickelt beim Hypersthen als beim Augit; auch sind die Risse feiner und

<sup>1)</sup> K. Oebbeke: Ueber das Gestein vom Tacomaberg, Washington Territory; l. c. Nach der Betrachtung einiger Schiffe dieser interessanten Gesteine, die ich der gütigen Vermittelung des Herrn Prof. v. Rath verdanke, kann ich Oebbeke's Angaben bezüglich der mineralogischen Gemengtheile vollständig bestätigen. In dem Gestein aus dem Puyallup-Bett, Mount Tacoma, war es mir aber möglich, noch ausser den von Oebbeke aufgeführten Mineralen das Vorhandensein von Cordierit zu constatiren. Derselbe ist übrigens neuerer Untersuchungen zur Folge nicht so selten in den jüngeren Eruptivgesteinen, wie es bisher den Anschein hatte. Unter Anderem hat Herr Carl Busz im hiesigen Mineralog. Institute ihn auch in einigen der basaltischen Laven der Eifel gefunden. Verhandl. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westph. 1885.

<sup>2)</sup> Wh. Cross, Bull. U. S. geol. Survey 1893. Nr. 1, pag. 32. J. Petersen; l. c. pag. 14.

bestimmter. Spaltrisse parallel einem der beiden Pinakoide sind selten, und wenn vorhanden, unregelmässig verlaufend. Wo Oxydation entweder durch Wasserdämpfe oder durch Einschmelzung während der Erstarrung stattgefunden hat, kommt dieselbe nur beim Hypersthen, wegen seines höheren Eisengehaltes, zum Ausdruck, und zwar in der Weise, dass die Querschnitte desselben mit einem stark rothen Saum umgeben erscheinen. Ebenfalls charakteristisch für den Hypersthen



ist das Vorhandensein von kleinen von den Seiten des Querschnittes ausgehenden meist rostbedeckten Rissen, die wohl den Anfang der Zersetzung in ein bastitähnliches Mineral andeuten.

## II. Prüfung im parallelen, polarisirten Licht.<sup>1)</sup>

Was die Stärke der Doppelbrechung betrifft, so ist diese grösser beim Augit als beim Hypersthen; in Folge dessen erscheinen bei gleicher Dicke und Orientirung Querschnitte des ersteren unter gekreuzten Nicols viel stärker gefärbt, wie die des letzteren. Während der Augit meist Interferenz-Farben der höheren Ordnung<sup>2)</sup> (blau, gelb, roth, gelblichgrün) zeigt, polarisirt der Hypersthen mit gelblich-weiss bis bläulich-weissen Farben. Wohl aber sind Querschnitte parallel  $\infty P\infty$  bisweilen röthlich oder blau gefärbt. Der Pleochroismus ist bekanntlich stärker beim Hypersthen wie beim Augit. Da man jedoch häufig ziemlich stark pleochroitische Augitquerschnitte (in der Zone  $\infty P\infty . OP$ ) beobachtet hat, und anderseits auch sehr schwach pleochroitische Hypersthene vorkommen, so ist der Pleochroismus, dessen Intensität zudem natürlich von der Dicke des Schliffes abhängig ist, nur mit Vorsicht zur Bestimmung zu verwenden.

Die pleochroitischen Farben des Hypersthens in den vorliegenden Gesteinen sind folgende:

- a = a = röthlich-braun
- b = b = blassgelb.
- c = c = blassgrün.

<sup>1)</sup> Vergl. die Arbeiten von Tschermak und Becke (l. c.).

<sup>2)</sup> Die genaueren Farben sind von Becke angegeben (l. c.).

### III. Prüfung im convergenten, polarisirten Lichte.

Das Axenbild des Hypersthens erscheint entweder farblos oder nur ganz schwach gefärbt. Liegt der Schnitt senkrecht zur optischen Axe, so sieht man den einen Axen-Pol ohne Andeutung von farbigen Ringen. Beim Augit dagegen ist das Interferenzbild geradezu farbenprächtigt und es schliessen sich stets um die Pole ein oder zwei farbige Ringe.

Da sowohl beim Augit als beim Hypersthen die optischen Axen in der Symmetrieebene (respective der Fläche  $\infty P\infty$ ) gelegen sind, so liegen alle Schnitte, die ein vollständiges Axenbild zeigen, in der Zone  $OP \cdot \infty P\infty$  (respective  $OP \cdot \infty P\infty$ ). In solchen Schnitten ist durch den in ihnen liegenden Winkel <sup>1)</sup> der Prismenflächen zu einander (den wir im Folgenden immer kurzweg Prismenwinkel nennen werden) die Möglichkeit geboten, die Abweichung der Lage des Schnittes von der zur verticalen Axe normalen Ebene, oder mit anderen Worten, die Neigung des Schnittes zur Axe  $c$  zu bestimmen.

Beim Augit fällt die erste Mittellinie in den stumpfen Winkel  $\beta$ ; die eine optische Axe  $B$  steht nahezu senkrecht auf der Basis ( $OP$ ), die andere  $A$  bildet einen Winkel von nahezu  $75^\circ$  mit der Fläche  $\infty P\infty$ . Beim Hypersthen entspricht die erste Mittellinie der Verticalaxe, die zweite der Brachydiagonale und es treten beide optische Axen in derselben Fläche aus.

Zur Erläuterung der Unterschiede dieser Verhältnisse mögen einige der beobachteten Fälle dienen.

Ein Schnitt mit einem Prismenwinkel von  $55^\circ$  zeigt im convergenten polarisirten Licht den einen Axenpol und die um denselben drehende Hyperbel. Der Schnitt liegt also senkrecht zu einer optischen Axe. Beim Augit steht freilich die Basis ( $OP$ ) nahezu senkrecht zur Axe  $B$ , der Prismenwinkel aber müsste in einem basischen Schnitt  $84^\circ$  sein. Ein Schnitt senkrecht zur Axe  $A$  bildet einen Winkel von  $52^\circ$  mit der Basis. Bei dieser Neigung des Schnittes beträgt aber der Prismenwinkel  $76^\circ$ . Keines von beiden stimmt mit dem oben

<sup>1)</sup> Die Stellung der beiden Minerale ist hier immer so gedacht, dass beim Augit der spitze Winkel, dagegen beim Hypersthen der stumpfe Winkel nach vorn gelegen ist, wie das die Naumann'sche Bezeichnung und Aufstellung auch geradezu erfordert. In der vorläufigen Mittheilung über die Gesteine des Charchani (N. Jahrbuch 1885, Bd. II, S. 82) wurde irrthümlicherweise diese Stellung des Hypersthens nicht beachtet.

Im Gesteinsschliff ist die Bestimmung eines Minerals als rhombisch durch die zufällige Anwesenheit einer grossen Anzahl von gerade auslöschenden Querschnitten nicht zulässig. Es ist ja zu erwarten, dass viele Querschnitte eines monoklinen Minerals parallele und senkrechte Auslöschung zeigen werden; denn alle Querschnitte aus der Zone  $\infty P\infty$  .  $\infty P$  sind so orientirt. Ferner lassen Schnitte aus der Prismenzone, die mit der Fläche  $\infty P\infty$  nur einen kleinen Winkel bilden, die schiefe Auslöschung kaum erkennen. Ausserdem können Schliffe hin und wieder auch einmal nur parallel und senkrecht orientirte Querschnitte enthalten, weil die Minerale der jüngeren Eruptivgesteine sich bisweilen einander parallel lagern, und der Schliff zufällig diese Richtung trifft. Wenn also Whitman Cross<sup>1)</sup> eine Liste von 12 europäischen Andesiten von verschiedenen Fundorten als hypersthenführend angibt nur deshalb, weil seine Schliffe eine grössere Anzahl von gerade auslöschenden als schief auslöschenden Querschnitten enthalten, ohne sie weiter optisch zu bestimmen, so scheint mir dieses eine nicht ganz berechtigte Folgerung zu sein.



Was Niedzwiedzki's Hypersthenandesit von St. Egidi<sup>1)</sup> betrifft, welcher nach Hussak<sup>2)</sup> nur monoklinen Augit enthalten soll, weil einige Querschnitte eine Auslöschung von 38° zeigten, so habe ich einen Schliff von diesem Gestein gemacht und darin das Vorhandensein von beiden Arten des Pyroxens sicher constatirt. An einem der Querschnitte mass ich z. B. eine Auslöschung von 20° gegen die Verticalaxe. Hier haben wir es zweifellos mit Augit zu thun. Ein anderer Querschnitt aber, welcher die Begrenzung  $\infty P_{\infty} . \infty \bar{P}_{\infty} . \infty P$  zeigte und in welchem der Prismenwinkel 94° beträgt, oder welcher mit anderen Worten also nahezu basisch gelegt ist, zeigt in convergentem Licht statt des einen Pols, wie es beim Augit der Fall sein müsste, das Austreten der beiden Axen. Ein solcher Querschnitt kann also nur der eines Hypersthens sein. Beide Minerale weisen in diesem Gestein keinen sehr starken Pleochroismus auf.

## II. Die Gesteine des Vulcans Charchani.

Die Lavaströme des Cerro Charchani, welche durch einen Eisenbahndurchschnitt deutlich aufgeschlossen worden sind, scheinen ohne Ausnahme aus Hornblende-Hypersthen-Andesit zu bestehen.

Die mir vorliegenden Handstücke sind zum Theile von poröser und schlackiger Beschaffenheit, vielleicht wenn das Stück von der Oberfläche des Lavastromes stammt, zum Theile etwas dichter, wenn es dem Innern desselben entnommen ist. In einer theils grauen, theils braunen Grundmasse liegen grosse porphyrisch ausgeschiedene Feldspatheinsprenglinge. Mikroskopisch sind ausserdem nur noch Leisten von Hornblende und kleine Biotittäfelchen sichtbar.

An der äusserst spröden Beschaffenheit des Feldspathes und dem Mangel an einer guten Spaltbarkeit scheiterten alle Versuche, zur optischen Untersuchung geeignete orientirte Spaltungsstücke abzulösen, obschon die Querschnitte meist deutliche Conturen aufwiesen. Auch liess sich eine genaue Bestimmung der Auslöschungsschiefe nicht bewerkstelligen, wegen eines auffallend ausgeprägten zonalen Baues der Krystalle, welcher unter gekreuzten Nicols eine undulöse Auslöschung bewirkt. Fast alle Querschnitte zeigen Zwillingsstreifung, zuweilen in der Art, dass zwei Streifensysteme sich rechtwinkelig

<sup>1)</sup> Niedzwiedzki l. c. pag. 253.

<sup>2)</sup> Hussak l. c. pag. 290.

durchkreuzen. Es liegen also in diesen Fällen Zwillingsverwachsungen sowohl nach dem Albit- als nach einem der Periklingesetze vor.

Um eine chemische Analyse vorzunehmen, wurden die farblosen Feldspathbruchstücke sorgfältig von der Grundmasse geschieden.

Das Resultat der Analyse war folgendes:

$SiO_2$	. . . . .	57.31
$Al_2O_3$	. . . . .	27.62
$CaO$	. . . . .	6.06
$Na_2O$	. . . . .	6.25
$K_2O$	. . . . .	3.05
Glühverlust	. . . . .	0.25
		<hr/> 100.54

Es entspricht dies dem Mischungsverhältnis

$$Ab : An = 1 : 1 \text{ (nahezu).}$$

Der Feldspath ist somit ein Andesin von normaler Zusammensetzung; jedoch scheint auch ein wenig Oligoklas beigemischt zu sein, wodurch sich der verhältnismässig geringe Kalkgehalt erklären liess. Diese Annahme wird durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes wahrscheinlich gemacht. In der borwolframsauren Cadmiumlösung scheiden sich zweierlei Körner; die einen besitzen das specifische Gewicht 2.666, die anderen 2.687. Nun ist aber das specifische Gewicht des Oligoklases 2.67, und das des Andesins 2.69.

Unter den Einschlüssen des Feldspathes sind besonders Glaseinschlüsse zu erwähnen; dieselben sind entweder trichitisch entglast oder farblos und enthalten meist eine oder mehrere fixe Libellen. Ausserdem wurden blassgefärbte schiefauslöschende Mikrolithe, wohl Augit, und parallel den äusseren Conturen eingeschaltete Magnetitkörnchen beobachtet. Die den grössten Theil der Grundmasse ausmachenden Feldspathmikrolithe lassen wegen ihrer Kleinheit eine sichere Bestimmung nicht zu. Deutliche Zwillingstreifung ist nicht immer wahrzunehmen. Ein kleiner Theil derselben scheint parallel und senkrecht orientirt zu sein, und wäre somit als Sanidin zu betrachten. Die Mehrzahl löscht jedoch schief aus und ist vermuthlich identisch mit dem analysirten grösseren Plagioklas.

Die Hornblende bildet entweder wohl ausgebildete Krystalle, die im basischen Querschnitt die Flächenbegrenzung  $\infty P \infty . \infty P \infty . \infty P (\infty P \text{ vorwaltend})$  erkennen lassen, oder abgerundete keilförmige



Gestalten, die wahrscheinlich durch partielle Einschmelzung und Auflösung ihre ursprüngliche Form verloren haben. In beiden Fällen ist die Umwandlung in Magneteisen so weit fortgeschritten, dass höchstens ein kleiner Kern von Hornblende noch sichtbar ist, der dann starken Pleochroismus zeigt; häufig aber ist die Hornblendesubstanz vollständig verschwunden und so entstehen Pseudomorphosen von Magneteisen nach Hornblende. Interessant ist die anscheinend ebenfalls durch Einschmelzung hervorgebrachte Umwandlung in Augit. Zuweilen ist der Hornblendequerschnitt mit einem vollständigen Kranz von ungefähr normal zu den Kanten des Querschnittes gestellten Augitmikrolithen umgeben. Associirt mit diesen beiden Umwandlungsproducten der Hornblende erscheint auch der Apatit, der entweder am Rande oder im Innern des Querschnittes sich findet.

Ebenfalls als einer der zuerst ausgeschiedenen Bestandtheile erscheint der Hypersthen. Die Krystalle zeigen die Flächencombination  $\infty P. \infty \bar{P} \infty. \infty \bar{P} \infty$ , wobei die pinakoidalen Flächen gleichmässig vorwalten. Herrschend ist die Spaltbarkeit nach  $\infty P$ , unvollkommen die nach  $\infty \bar{P} \infty$ . Die Querschnitte löschen parallel und senkrecht aus und zeigen einen deutlichen Pleochroismus: In Schnitten parallel der Basis sind die parallel  $b (= \bar{b})$  schwingenden Strahlen röthlich-braun-gelb und die parallel  $a (= \bar{a})$  braunroth; in Schnitten nach  $\infty \bar{P} \infty$  sind die Strahlen parallel  $c$  grünlichgrau und die parallel  $b$  braungelb.

$$\text{Axenfarben} \begin{cases} a = \text{braunroth.} \\ b = \text{braungelb.} \\ c = \text{grünlichgrau.} \end{cases}$$

$$a > b > c.$$

Der Hypersthen polarisirt mit wenig lebhaften Farbentönen (meist grau und gelb). Auch dieses dient als Unterscheidungsmittel von dem ebenfalls vorhandenen Augit. Die Querschnitte sind meist klar und durchsichtig. Ausser Glaseinschlüssen mit oder ohne Libellen treten Einlagerungen von Magnetitkörnchen entweder parallel der Längsaxe oder in zierlichen zonalen Kränzchen parallel den äusseren Conturen auf. Eine Einschmelzung hat zwar nicht in demselben Masse wie bei der Hornblende auf den Hypersthen eingewirkt, jedoch sieht man stellenweise deutliche Spuren einer solchen.

Ausser den wohl ausgebildeten Krystallen tritt der Hypersthen in langen Leistchen auf, die eine deutliche Quergliederung zeigen. Bei diesen tritt besonders der Reichthum an Eisen hervor, indem

dieselben eine grosse Neigung besitzen, in Folge der Oxydation eine tief rothbraune Farbe anzunehmen. Dieselbe zeigt sich zunächst am Rande der Leisten und dringt dann tiefer ein, bis schliesslich wirkliche Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Hypersthen entstehen.

Vereinzelt finden sich grössere Augitquerschnitte. Dieselben sind meist Zwillinge und zeigen lebhafte Polarisationsfarben. Die Auslöschungsschiefen reichen bis zu  $41^\circ$ . In der Grundmasse befinden sich ebenfalls Augitmikrolithe.

Dunkler Glimmer kommt in grossen, mit einem schwarzen Magnetitrand umgebenen Querschnitten vor. Manchmal ist er auch durch Augitmikrolithe umrandet. Auf den feinen Streifen, welche ihn durchsetzen, haben sich ebenfalls Magnetitkörner angesiedelt. Der starke Pleochroismus zeigt die Farben:  $a$  = grünlichgelb,  $c$  = schwarzbraun. Eine eigenthümliche Erscheinung ist das Auftreten von ziemlich grossen Feldspatheinschlüssen in dem Glimmer, welche deutliche Zwillingstreifung zeigen (Taf. VII, Fig. 6).

Als accessorische Bestandtheile treten ausser dem Magneteisen und dem Apatit ganz vereinzelt Körner von Zirkon auf, deren Querschnitte auf die Combination  $\infty P.P$  verweisen. Derselbe wurde an seiner klaren Beschaffenheit, starken Doppelbrechung, starken Contur, parallelen und senkrechten Auslöschung und den charakteristischen lebhaften Polarisationsfarben erkannt.

Eine farblose Glasbasis umgibt die Einsprenglinge und die verschiedenartigen Mikrolithe, von welchen besonders die Feldspathleisten Andeutungen einer fluidalen Anordnung zeigen.

### III. Die Gesteine vom Misti.

Die Gesteine des Misti sind durch 53 Stücke vertreten. Diese wurden zum Theile anstehend in einem Steinbruch an dem SW.-Fuss eine Stunde weit von Arequipa, zum Theile als lose Blöcke ebenfalls am SW.-Fuss von Dr. Stübel gesammelt. Ueber die ersten schreibt derselbe in einer den Handstücken beigelegten Notiz: „Die sämtlichen Stücke stammen von der Lavamasse, welche mit stromartigen Verlängerungen das Fundament des Misti bildet. Die verschiedenen Varietäten repräsentiren verschiedenartige Ausbildungen einer und derselben Masse. Die Strommasse ist auch wegen ihrer inneren Schichtung beachtenswerth. Die Schichten sind zum Theile steil einfallend und gebogen. — Deutlicher Beweis, dass Schichtung nicht

blos durch Uebergiessung, sondern auch dadurch hervorgerufen werden kann, dass sich verschiedene Parteen einer und derselben Masse mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. — In dem Steinbruch findet sich an einer Stelle ein sehr verbreiteter Ueberzug von Hyalith auf allen Klüften. Die Bildung desselben rührt wahrscheinlich aus der Zeit her, wo diese Lavamasse sich in der Abkühlung befand, und wurde durch die Existenz von warmen Quellen bedingt.“

### Hypersthen-Augit-Andesit.

Von den verschiedenen Ausbildungen dieser ältesten Fundamentlava, wie Dr. Stübel das anstehende Gestein nennt, wurden Schiffe hergestellt. Sie enthalten alle weder Hornblende noch Glimmer. Hypersthen und Augit sind in wechselnder Menge vorhanden, zuweilen gleich viel von beiden; meist aber wiegt der Hypersthen vor. Die beiden im Folgenden, auch schon von Dr. Stübel auf den Etiquetten unterschiedenen Varietäten weichen nicht wesentlich von einander ab.

Die verbreitetste Varietät bildet ein dunkles, etwas poröses, feinkörniges Gestein. Die glasigen Feldspatheinsprenglinge erreichen nur selten eine Grösse von 3 Millimeter; meist sind sie circa 1 Millimeter gross. Andere Bestandtheile können weder mit dem blossen Auge, noch unter der Lupe wahrgenommen werden. Die Hauptmasse bildet ein dunkles glänzendes Glas.

Unter dem Mikroskope nimmt man eine reichlich vorhandene grau-braune Glasbasis wahr. Dieselbe bleibt vollständig dunkel unter gekreuzten Nicols; sie enthält aber viele winzige Feldspathmikrolithe, deren Zugehörigkeit zu Orthoklas oder Plagioklas aber nicht bestimmbar ist. In dieser Grundmasse porphyrisch ausgeschieden liegen die mittelgrossen Feldspatheinsprenglinge, Krystalle und Körner von Hypersthen, vereinzelt Augit und Körnchen von Magnetit. Quarz ist nicht vorhanden.

Der Feldspath weicht in seiner mikroskopischen Beschaffenheit von dem schon beschriebenen Andesin des Charchani-Gesteins nicht ab. Er besitzt, wie dieser, zonalen Bau und zonal angeordnete Kränze von Schlacken und Magnetitpartikelchen. Stellenweise wimmeln die Querschnitte von Einschlüssen aller Art und Grösse. (Die Feldspatheinsprenglinge gehören also den zuletzt erstarrten Bestandtheilen an.) Unter diesen Einschlüssen lassen sich Glas, Augit und Magnetit leicht

erkennen. Alle sind abgerundet und erreichen bisweilen eine beträchtliche Grösse (bis zu 0.046 Millimeter). Die Glaseinschlüsse enthalten häufig eine grosse Libelle; andere sind vom Rande aus trichitisch entlast. Die Augiteinschlüsse sind hellgelb gefärbt und polarisiren unter gekreuzten Nicols mit lebhaften Farben. Stellenweise zeigen sie die charakteristische Spaltbarkeit des Augits. Bei der stärksten Vergrösserung nimmt man wahr, dass die Körner selbst wieder winzige Einschlüsse führen, welche wenigstens zum Theile aus Magnetit zu bestehen scheinen. Ausser den eierförmigen Glaseinschlüssen kommen in einigen Feldspathleisten braune, scharf begrenzte lamellare Glasstreifen vor, deren Längsrichtung mit der äusseren Begrenzung des Krystalls übereinstimmt.

Der Hypersthen tritt in leistenförmigen, selten gut begrenzten Krystallen auf. Die grösseren Leisten sind von unregelmässig verlaufenden Querrissen durchkreuzt und zeigen starken Pleochroismus. In einigen Schliffrn erscheinen dieselben am Rande etwas röthlich gefärbt. Diese Färbung, welche ich beim Augit in diesen Gesteinen nie beobachtet habe, welche aber beim Hypersthen häufig sehr stark auftritt, wird durch Oxydation des Eisens hervorgebracht und ist entweder als eine Folge der Verwitterung zu betrachten oder vielleicht auch der Einwirkung von gesäuerten Wasserdämpfen während der Abkühlung zuzuschreiben.

Von Augit sind nur vereinzelte Körner und zum Theile verzwilligte Krystalle vorhanden. Dieselben sind gelb-grün mit schwachem Pleochroismus. Eine interessante Verwachsung von Augit und Hypersthen wurde in einem der Schliffe beobachtet. An der Seite eines grösseren Hypersthenleistchens ist ein kleiner Streifen von Augit angewachsen. Die beiden sind augenscheinlich parallel ihrer Längsaxe (c) verwachsen. Pleochroismus ist nur bei dem Hypersthen vorhanden: liegt die Verticalaxe der kürzeren Diagonale des Nicols parallel, so erscheinen beide Krystalle grün und sind nicht von einander zu unterscheiden; bei einer Drehung um  $90^\circ$  wird aber der Hypersthen röthlichgelb, während der Augit unverändert bleibt. Unter gekreuzten Nicols ist der Unterschied noch auffallender: der Augit polarisirt mit lebhaften Farben (roth und grün), der Hypersthen zeigt dagegen einen matten grauen Farbenton. Die Auslöschungsschiefe beträgt bei dem Augit  $44^\circ$ , während der Hypersthen natürlich parallel und senkrecht auslöscht.

Das Gestein wird wegen seiner Härte zu Trottoirsteinen verwendet. Diese Härte verdankt es zum Theile einer Durchkieselung mit Opal und Chalcedon. Die Klüfte sind vielfach mit Lagen von Kieselsinter, kohlensaurem Kalk und Hyalith ausgefüllt. Einige der Stücke sind mit einem bis zu einem halben Zoll dicken Opalabsatz bedeckt. Vielfach hat sich die Kieselsäure als feine braune Häutchen von Opal oder als wasserklare Hyalithkügelchen auf allen kleinen Zwischenräumen des Gesteins ausgeschieden, wie dieses auch in den ungarischen und javanischen Andesiten der Fall ist.<sup>1)</sup> Auch sind die grösseren Hohlräume des Gesteins mit traubenförmigen kugeligen Massen von Hyalith ausgefüllt. Derselbe ist vollständig durchsichtig und stark glasglänzend. In Kalilauge löst sich 34·30 Procent. Beim Glühen verliert er 2·26 Procent.

Die geschichtete Beschaffenheit des Opalabsatzes deutet auf eine allmälige Ausscheidung der Kieselsäure aus fließendem Wasser, das wahrscheinlich von warmen, auf die Eruptionen folgenden Quellen herührt. Unter dem Mikroskope erscheint die Opalsubstanz an und für sich farblos; sie enthält aber eine grosse Menge fremder Partikelchen, welche die dunkelbraune Farbe des Sinters bedingt. Diese Einschlüsse bestehen aus schichtenförmig angeordneten Mineralbruchstücken (Plagioklas, Augit, Hypersthen, Magnetit), welche wahrscheinlich in dem durchsickernden Wasser suspendirt waren (Taf. VII, Fig. 2). Um dieselben hat sich faserige doppelbrechende Substanz (also Chalcedon) vielfach ringförmig abgesetzt.<sup>2)</sup> Von dem mit Kalilauge gekochten Pulver löste sich 50·82 Procent. Der unlösliche Rest bestand zum grössten Theil aus den obenerwähnten fremden Körnchen.

Ueber den Grad der Durchkieselung des vorliegenden Mistigesteins gibt nun die analytische Untersuchung Aufschluss. — Die Bauschanalyse des Gesteins ergab folgende Zusammensetzung:

$Si\ O_2$	. . . .	60·09	Procent
$Al_2\ O_3$	. . . .	19·04	"
$Fe_2\ O_3$	. . . .	3·14	"
<hr/>			
Transport 82·27			

<sup>1)</sup> Rosenbusch: Massig. Gest. 413.

<sup>2)</sup> Eine solche Opalschicht hat demnach unter dem Mikroskope gewisse Aehnlichkeit mit den fälschlich als Liparit bezeichneten Süsswasserquarziten von der Rosenau im Siebengebirge. Siehe v. Lasaulx: Sitzber. der Niedr. Ges. Bonn 1885, pag. 119.

Transport 82.27 Procent		
$FeO$	. . . .	1.89 "
$CaO$	. . . .	2.91 "
$MgO$	. . . .	4.20 "
$K_2O$	. . . .	2.95 "
$Na_2O$	. . . .	5.26 "
$H_2O$	. . . .	0.98 "
		100.46

Das Eisen wurde als  $Fe_2O_3$  bestimmt, das Verhältniß  $FeO : Fe_2O_3$  ergab sich aus einer Berechnung, in welcher alle  $MgO$  mit der zugehörigen Menge  $FeO$  und  $SiO_2$  als Hypersthen nach der Formel  $FeO \cdot SiO_2 + 4 MgO \cdot SiO_2$  berechnet wurde, während das übrige Eisen dem Magnetit zukam.

Der Kieselsäuregehalt von 60.09 zeigt schon, dass das Gestein kieselsäurereicher ist, als andere Andesite, die keinen freien Quarz enthalten. Zum Vergleich führe ich den  $SiO_2$ -Gehalt einiger typischen Pyroxenandesite an:

Masaja Nindiri, Nicaragua	. .	56.58 (Marx)
Palaa-Inseln, Australien	. . .	57.54 (Wichmann)
Klausenthal, Ungarn	. . . .	57.79 (Doelter)
Tuhrina, "	. . . .	58.76 ( " )
Widodarin, Java	. . . .	58.35 (Rosenbusch)
South Park, Colorado	. . . .	56.19 (Whitman Cross)
Pichupichu, Peru (siehe im Folgend.)		56.31 (Hatch).

In einer jüngst veröffentlichten Arbeit <sup>1)</sup> von Prof. v. Lasaulx über die Liparite des Sieben-Gebirges wurde gezeigt, dass jüngere Eruptionsgesteine häufig einen viel höheren Gehalt an Kieselsäure zeigen, als ihnen nach den erkennbaren ursprünglichen mineralogischen Bestandtheilen zukommt; und dass dies durch eine Durchkieselung mit secundärer, wenigstens zum Theile in Kalilauge löslicher Kieselsäure (Chalcedon und Opal) verursacht wird. Solche durchkieselte Trachyte sind wegen des hohen  $SiO_2$ -Gehaltes für Rhyolite gehalten worden, obwohl dieselben keinen ausgeschiedenen Quarz enthalten. Ebenso werden häufig Andesite wegen eines hohen  $SiO_2$ -Gehaltes zu den Quarzandesiten gerechnet, wenn auch kein ausgeschiedener

<sup>1)</sup> Von Lasaulx l. c.

Quarz vorhanden ist. Bonney<sup>1)</sup> stellt z. B. die pechsteinähnlichen Andesite von Quebrada de Urcucuy zu den Daciten.

Ueber diese Frage schreibt Rosenbusch<sup>2)</sup>: „Ueberdies gibt es eine Anzahl von Gesteinen dieser Gruppe (hier ist allerdings von den Hornblende-Andesiten die Rede), welche keinen Quarz enthalten und doch bei der analytischen Untersuchung eine solche Kieselsäuremenge ergeben, dass man sie zu den Daciten stellen muss. Solche Gesteine mit latentem Quarzgehalt bilden hier ein Analogon zu den Felsitporphyren unter Quarzporphyren.“ — Weiter an einer anderen Stelle<sup>3)</sup>: „Es dürfte wesentlich von einem weiterem Studium der amerikanischen Andes-Gesteine abhängen, zu entscheiden, ob den quarzführenden Augitandesiten eine selbstständige geologisch-petrographische Stellung gebührt, oder ob man dieselben nur als eine untergeordnete Modification der heute schon in reichlichem Masse bekannten Gesteinen betrachten muss, welche bei einem analytisch nachgewiesenen Ueberschuss von Kieselsäure dennoch keinen freien Quarz enthalten, weil derselbe latent in der sauren Gesteinsbasis steckt.“ Auch bemerkt Zirkel<sup>4)</sup>: „The rocks from Tunguragua, Cotopaxi, and Antisana in the Andes, which were called Quarzaugitandesites, on account of the large amount of silica they contain (63—67 Procent), have been proved to be totally wanting in Quarz but rich in brown glass.“

Alle solche Gesteine lassen nun nach den Untersuchungen Prof. v. Lasaulx's den Verdacht aufkommen, dass sie partiell durchkieselt seien und daraus ihren Ueberschuss an Kieselsäure erhalten. Zur Entscheidung dieser Frage schienen auch die Gesteine des Misti besonders geeignet.

Ich wurde schon früher zu einigen chemischen Versuchen in dieser Richtung durch Prof. v. Lasaulx angeregt; und es gelang mir, eine Lösung von Kaliumhydrat von solcher Stärke zu finden, dass sie amorphe Kieselsäure ziemlich vollständig auflöst, ohne die anderen Bestandtheile des Gesteins wesentlich anzugreifen. Die

<sup>1)</sup> Bonney: Notes on the microscopic structur of some rocks from the Andes of Ecuador. Proc. Roy. Soc. 1884. Nr. 231. „While the pitchstones of Quebrada de Urcucuy must be representatives of a group with a higher percentage of silica i. e. rhyolites or dacites probably the latter.“

<sup>2)</sup> Massig. Gest. pag. 303.

<sup>3)</sup> Massig. Gest. pag. 414.

<sup>4)</sup> F. Zirkel: Microscopical Petrography, pag. 221.

Lösung, die ich nach vielen Versuchen am geeignetsten fand, enthält 400 Gramm Kaliumhydrat (puriss.) im Liter. Von dieser Lösung gebrauchte ich in jedem Versuch 20 Kubikcentimeter für etwa 1 Gramm Gesteinspulver.

Die Analyse wird folgendermassen ausgeführt: Das getrocknete und gewogene Gesteinspulver wird eine Stunde lang auf dem Wasserbad bei häufigem Umrühren mit der Lösung gekocht, mit Wasser verdünnt, ein paar Mal durch Dekantiren mit kochendem Wasser gewaschen, auf ein kleines gewogenes Filtrirpapierchen gebracht und mit heissem Wasser gewaschen, bis ein Tropfen des Waschwassers keine Veränderung in der Farbe von rothem Lackmuspapier hervorbringt. Das Pulver wird dann in dem Trockenschrank bei 105° (bei welcher Temperatur das Filtrirpapierchen vorher getrocknet wurde) und in zwei mit einer Klammer verbundenen Uhrgläsern gewogen. Man thut am besten, wenn man das Filtrirpapierchen zuerst in den Gläsern wiegt, das Gewicht des Ganzen notirt und dasselbe nachher von dem gesammten Gewicht abzieht; hiedurch wird natürlich eine Wägung erspart.

Um zu sehen, ob ein einstündiges Kochen mit dieser Lösung genügte, machte ich folgenden Versuch: Das Pulver des durchkieselten Andesits von Misti wurde eine Stunde lang mit 20 Kubikcentimeter der Lösung gekocht: es lösten sich 10·36 Procent. Eine zweite Quantität wurde dann mit 20 Kubikcentimeter der Lösung 3 Stunden lang gekocht. Von dieser lösten sich 10·40 Procent, — also nur eine Differenz von 0·04 Procent.

Folgende Bestimmungen wurden in dieser Weise ausgeführt:

1. Farbloser Opal von Zimapan . .	94·32	Proc. lösliche Substanz
2. Hyalith von Misti . . . . .	34·30	" " "
3. Obsidian von Misti . . . . .	8·08	" " "
4. Tachylit von Laubach, Hessen .	9·11	" " "
5. Sanidin von der Eifel . . . . .	1·67	" " "
6. Andesin vom Misti . . . . .	4·09	" " "
7. Trachyt von Berkum <sup>1)</sup> . . . .	2·33	" " "
8. Sogen. Liparit von der Rosenau .	18·91	" " "

Da wo die Kieselsäure in solchen echten Andesiten zu 60 Procent und höher steigt, möchte ich fast immer an eine Durchkieselung,

<sup>1)</sup> Laspeyres berechnete für dieses Gestein einen Gehalt an löslicher Si O<sub>2</sub> von 3·74.



entweder durch Eindringen von kieselensäurehaltigem Wasser oder durch Zersetzung des Gesteins glauben. Die Bestandtheile eines Augit- oder Hypersthenandesits besitzen keinen solchen hohen Gehalt an Kieselensäure; (der Plagioklas ist fast stets ein Andesin mit etwa 55—57 Procent  $SiO_2$ ; der Hypersthen<sup>1)</sup> hat einen  $SiO_2$ -Gehalt von circa 50 Procent; der Augit einen von 47—55 Procent); man müsste also sonst annehmen, dass das Glas viel kieselssäurereicher ist, als die ausgeschiedenen Bestandtheile.

Dass die Kieselssäure in dem Misti-Gestein nicht in der Glasbasis steckt, sondern als freie Kieselssäure in der Form von Opal und Chalcedon vorhanden ist, beweist die weitere chemische Untersuchung.

Von dem Gesteinspulver lösten sich nach einstündigem Kochen mit Kalilauge 10·39 Procent. Eine Analyse des Restes desselben nach Ausziehen mit Kalilauge ergab einen Kieselssäuregehalt von 56·57 Procent. Rechnet man diesen Procentsatz auf die ursprüngliche Gesteinsanalyse um und zieht ihn dann von dem gesammten Kieselssäuregehalt ab, so bleibt 4·22 Procent als die Menge der freien (im Gestein ungebundenen) Kieselssäure. Bei der Annahme, es sei nur Hyalith vorhanden, von welchem nach angeführter Bestimmung nur 34·30 Procent in Kalilauge löslich sind, würde dieses 12·30 Procent wirklich vorhandener freier Kieselssäure entsprechen. Zieht man nun letztere Zahl von 60·09 ab, und rechnet auf 100 wieder um, so bekommt man 54·72 Procent als den wirklichen Gehalt des Gesteins an gebundener Kieselssäure. Diese Zahl ist offenbar zu niedrig, woraus wir schliessen können, dass die freie Kieselssäure nicht allein als Hyalith, sondern auch in der Form von Opal vorhanden sei, was übrigens mit der Beobachtung übereinstimmt (siehe vorher). Betrachtet man dagegen die gesammte freie Kieselssäure als ganz in Kalilauge löslich (also als Opal), indem man einfach die Zahl 4·22 von 60·09 abzieht und auf 100 umrechnet, so bekommt man natürlich einen zu hohen Procentsatz für die  $SiO_2$ , nämlich 57·89 Procent. Der wahre Werth derselben muss also zwischen 54·72 und 57·89 liegen.

Einige andere Stücke dieses Gesteins erscheinen viel dichter, etwas heller gefärbt (grau oder braun) und weniger glasreich; auch fehlen ihnen die kleinen schlackigen Hohlräume, welche den eben beschriebenen Stücken ihre poröse Beschaffenheit verleihen. Dieselben

<sup>1)</sup> Nach Siemiradzki 48·88 Procent, nach Whitman Cross 50·04 Procent, nach Hugue & Iddings 50·33 Procent.

stammen wahrscheinlich mehr aus dem Innern der Lavamasse und sind in Folge dessen einer langsameren Erkaltung ausgesetzt gewesen. Diese Annahme bestätigt auch die mikroskopische Untersuchung: Glasbasis ist bedeutend weniger vorhanden und sie enthält nicht Mikrolithe, sondern Körnchen von Feldspath. Die grösseren Hypersthenleisten sind partiell wieder eingeschmolzen und corrodirt: auf den Spaltrissen sind häufig Magnetitkörnchen ausgeschieden; stellenweise sind die Querschnitte ganz umgeben von solchen. Der gelb-grüne, schwach pleochroitische Augit hingegen erscheint nie eingeschmolzen. Noch seltener beobachtet man bei dem Hypersthen eine feine schwarze, meist von den Rissen ausgehende Faserung in der Längsrichtung des Krystalls; dieser mag vielleicht eine Ausscheidung von Eisen-oxyd zu Grunde liegen.

Eine zweite Varietät des anstehenden Hypersthenaugitandesits von demselben Fundort bildet ein licht-graues blasiges Gestein. Die in die Länge gezogenen Blasenräume sind mit secundären Bildungen theils sublimatorischen, theils wässerigen Ursprungs erfüllt. Diese winzigen Gebilde sind: 1. Kleine weisse faserige Kügelchen von Chalcedon, stellenweise mit durchsichtigen Kügelchen von Hyalith zusammen. Einige der ersten wurden vom Gestein abgelöst und vor dem Löthrohr untersucht. Sie erwiesen sich als unschmelzbar. In kochender Kalilauge lösen sie sich theilweise. Ihr specifisches Gewicht beträgt 2.28. Im Gesteinsschliff bleiben sie unter gekreuzten Nicols dunkel; jedoch nimmt man Radialfasern, welche hell aufleuchten, wahr. 2. Kleine Schuppen und Täfelchen eines goldgelben Glimmers. Eines dieser winzigen Blättchen sank in einer borwolframsauren Cadmiumlösung von specifischem Gewicht 2.45: der Glimmer besitzt also ein specifisches Gewicht grösser wie 2.45. In polarisirtem convergentem Lichte zeigt er ein einaxiges Bild. Wahrscheinlich ist er also ein Meroxenglimmer, demjenigen in den vesuvischen Laven identisch. 3. Lichtgefärbte Härchen von Breislakit<sup>1)</sup>, welche häufig die Hohlräume ganz überspannen — wohl ein Sublimationsproduct, wie sie in den Laven von Capo di Bove bei Rom und Resina bei Neapel bekannt sind. Auf dem Objectträger löschen die Nadelchen alle parallel und senkrecht aus. Um bequemer ihre Natur zu bestimmen, wurde eines der Härchen durch Wachs auf einer drehbaren Nadel befestigt und unter dem Mikroskope untersucht. Es ergab sich

<sup>1)</sup> Ueber Breislakit vergl. von Lasaulx: Neues Jahrb. 1876, 380.

dann, dass die Nadelchen tafelförmig nach  $\infty P \infty$  ausgebildet sind; und so erklärt sich die gerade Auslöschung auf dem Objectträger, indem dieselben natürlich alle auf diese Fläche zu liegen kamen. Das Maximum der Auslöschung (in der Fläche  $\infty P \infty$ ) beträgt  $28^\circ$ . Das Mineral besitzt eine hellgelbe Farbe und schwachen Pleochroismus. Diese Eigenschaften stimmen im allgemeinen mit denen des Breislakits überein; nur ist die Auslöschungsschiefe dafür allerdings etwas gross.

Die mikroskopische Untersuchung des Gesteins ergab Folgendes: man erkennt eine reichliche graue Glasbasis, welche theilweise entglast und mit Feldspathmikrolithen erfüllt erscheint. Porphyrisch eingestreut sind Feldspathleisten und Krystalle von Hypersthen und Augit; letztere beide sind in ungefähr gleicher Menge vorhanden.

Die Feldspathquerschnitte erscheinen nicht immer einfach, sondern zum Theile aus verschiedenen orientirten Theilen regellos zusammengesetzt. Die Krystalle zeigen einen ausgezeichneten Schalenbau und sind sehr reich an Einschlüssen.

Augit kommt in gut ausgebildeten achtseitigen Querschnitten oder in langen Leisten vor. Er ist nicht, oder höchstens schwach pleochroitisch. Unter gekreuzten Nicols polarisirt er mit lebhaften Farben. Das Maximum der Auslöschungsschiefe beträgt circa  $42^\circ$ . Hypersthen bildet stark pleochroitische Leisten und Körner. Stellenweise nimmt man bei der stärksten Vergrösserung eine feine schwarze Streifung wahr, wie dieses beim Hypersthen häufig vorkommt.

Die übrigen Stücke, die am 13. Februar 1877 von Dr. Stübel am SW.-Fuss des Misti gesammelt wurden, stammen von losen Blöcken her. Dieselben ergaben sich durch die mikroskopische Untersuchung als sehr verschieden in ihrer mineralogischen Zusammensetzung, wie dieses auch zu erwarten ist, wenn man bedenkt, dass solche Blöcke zum Theile aus dem Innern des Misti herausgeschleudert sein können, zum Theile aber auch Blöcken angehören können, die durch Erosion von verschiedenen höheren Stellen des Berges hinabgestürzt worden sind. Sie stellen also jedenfalls verschiedene Laven des Misti dar; aber ob sie älteren, im Innern des Vulcans zur Erstarrung gelangten Laven angehören oder einmal die Abhänge herunter flossen, muss natürlich dahingestellt bleiben.

Von 25 untersuchten Stücken enthielten 9 nur Hornblende, 1 Hypersthen und Augit, 2 Hypersthen und Hornblende, und 13 alle 3 Minerale: also bilden sie vier verschiedene Andesit-Typen.

### Hornblende-Andesit.

Von diesem Typus sind verschiedene Modificationen vorhanden. Die erste zeichnet sich durch ihre dichte Beschaffenheit aus. In einer grau bis dunkelgrauen, mehr oder weniger glasigen Grundmasse liegen circa 2 Millimeter grosse Feldspathkörner und eingesprengte schwarze glänzende Nadelchen und Leisten von Hornblende, deren prismatische Spaltbarkeit schon mit dem blossen Auge wahrnehmbar ist. Dieselben erreichen häufig eine Länge von 5 Millimetern.

Unter dem Mikroskope erkennt man eine mikrofelsitisch entglaste Basis, welche mit Feldspath- (wahrscheinlich zum Theile auch Sanidin-) Mikrolithen und Magnetitkörnchen erfüllt ist. Neben diesen erscheinen in einigen Stücken auch winzige blassgelbe Leistchen, welche ich, wegen ihrer geraden Auslöschung, Pleochroismus und Quergliederung für Hypersthen halte. Hiezu kommen noch viele dunkle Schlackenetzten, welche zerstreut in der Glasbasis liegen. Eine fluidale Anordnung der Mikrolithe um die grossen Einsprenglinge ist nicht selten.

In der Grundmasse porphyrisch eingesprengt liegen die Feldspath- und Hornblendekrystalle. Die ersteren sind in verhältnissmässig wenigen, nicht gut begrenzten Leisten vorhanden. Sie zeigen, wie in allen diesen Andesiten, einen Schalenbau, verbunden mit undulöser Auslöschung. In Bezug auf die Einschlüsse variiren die Feldspathe häufig in demselben Schliff: manchmal sind sie ziemlich frei davon, manchmal wimmeln sie von Schlacken und Glaseinschlüssen, und zwar sind dieselben häufig in der Weise angeordnet, dass sie lange, der äusseren Begrenzung des Krystalls parallellaufende Streifen bilden. In einzelnen Fällen könnte man sagen, dass das eingeschlossene Glas geradezu die Feldspaths substanz überwiegt. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen zu fehlen.

Die Hornblendeeinsprenglinge zeigen immer regelmässige Umrisse; — die achtseitigen Querschnitte sind durch die Flächen  $\infty P \infty$ .  $\infty P \infty$ .  $\infty P$  gebildet, von denen  $\infty P$  meist vorwiegt. Parallel den Flächen des Prismas zeigt sich die regelmässig verlaufende Spaltbarkeit. Der Pleochroismus ist auffallend stark, und zwar:

a = Gelb, Cardinal-Ton . . . . .	7 v	} (Radde's Scala)
b = Orange 1. Uebergang nach Gelb	5 f-g	
c =       "      2.       "       "       "       "	6 g-h	

Die Auslöschungsschiefe wurde bis zu  $17^\circ$  gemessen. Zwillinge nach  $\infty P\infty$  wurden häufig beobachtet.

Die Krystalle zeigen alle nur geringe Anzeichen von Wiedereinschmelzung und Auflösung. Sie sind nur mit einem dünnen schwarzen Opacitrand umgeben und haben in jedem Fall ihre scharfen Umrisse behalten. Einschlüsse sind nicht reichlich vorhanden; es wurden aber stellenweise Nadelchen von Apatit beobachtet. Auch als Gemengtheil kommt der Apatit vor: er erscheint spärlich, jedoch in ziemlich grossen Querschnitten, welche durch eine feine lineare Anordnung von Interpositionen und die stärkere Absorption der in der Verticalaxe schwingenden Strahlen charakterisirt sind.

Ausser den erwähnten Mikrolithen kommen in einigen Stücken auch grössere Leistchen von Hypersthen vor. Sie zeigen häufig eine domatische Endigung, löschen natürlich parallel und senkrecht aus, sind pleochroitisch und polarisiren mit matten grauen Farbentönen. Da die Krystalle nur klein und vereinzelt auftreten und keine eigentliche Einsprenglinge bilden, indem sie nicht mit den Feldspath- und Hornblendeinsprenglingen sich ausgeschieden zu haben scheinen, sondern mehr der Grundmasse angehören, schien keine Berechtigung vorhanden zu sein, solche Gesteine den Hornblende-Hypersthen-Andesiten zuzuzählen. Sie bilden aber einen Uebergang zu diesen. In einigen dieser Gesteine erscheint die Hornblende auch in feinen Nadeln und Leisten statt in gut ausgebildeten Krystallen.

Zu den Hornblende-Andesiten gehören noch einige interessante Gesteinsblöcke, welche durch ihre grell rothe Farbe auffallen. Ob diese Farbe erst nachher durch Verwitterung der eisenhaltigen Bestandtheile verursacht worden ist, oder ob das Gestein schon während der Erstarrung der Oxydation durch wässerige Dämpfe ausgesetzt war, bin ich natürlich nicht in der Lage zu unterscheiden. Wahrscheinlich ist der letztere Fall der richtigere, weil die eingesprengten Krystalle auch die Anzeichen dieser Oxydation zeigen.

In der dichten Grundmasse solcher Stücke liegen bläulich-weiße Feldspatheinsprenglinge und vereinzelte glänzend schwarze Hornblendenadelchen.

Unter dem Mikroskope erscheint die Glasbasis ganz erfüllt von farblosen Feldspathmikrolithen, oder vielmehr kleinen Leistchen, welche durch ihre parallele Anordnung eine ausgezeichnete Fluidal-structur verursachen. Gegen diese tritt das Glas so zurück, dass es

nur den Anblick eines rothen Netzwerkes gewährt. Bei stärkerer Vergrößerung nimmt man auch winzige rothe Mikrolithe wahr, welche vielleicht aus oxydirtem Hypersthen bestehen.

Die Hornblende bildet mehr oder weniger langgestreckte abgerundete Querschnitte, welche stets mit einem tief-rothen Rand umsäumt sind. Ihr Pleochroismus ist auffallend stark, nämlich tief roth-braun bis citronengelb. Die genauen Farbentöne sind folgende:

c = Zinnober	1. Uebergang nach Orange	2 kl	(Nach Radde's Scala.)
b = Orange	2. " "	Gelb 6 mn	
a = Gelb	1. " "	gelbgrün 8 uv	
$c > b > a.$			

Das Maximum der Auslöschungsschiefe =  $14^{\circ}$ .

Um den Grund der rothen Färbung zu untersuchen, wurde ein Splitterchen eines Hornblendekrystalls aus dem Hornblende-Andesit des Stenzelberges längere Zeit vor dem Löthrohre erhitzt. Nach starker Erhitzung wurde dasselbe ebenfalls roth und zeigte einen etwas intensiveren Pleochroismus.

Andere dieser Gesteine enthalten grosse Einsprenglinge von Hypersthen, während die Hornblendekrystalle mehr der Einschmelzung anheimgefallen sind. Nach unserer Benennungsweise wären solche Gesteine als Hornblende-Hypersthen-Andesite zu bezeichnen.

Dieselben besitzen eine dunkelgraue dichte Grundmasse mit bis zu 3 Millimeter grossen, nicht sehr frischen Feldspatheinsprenglingen; Hornblendenädelchen sind mikroskopisch nur ganz vereinzelt zu sehen.

Im Dünnschliff erkennt man eine sehr dichte glasige, mit Feldspathmikrolithen und Magnetitkörnchen erfüllte Grundmasse, in welcher die Feldspath-, Hornblende- und Hypersthenkrystalle eingesprengt liegen. Die leistenförmigen Querschnitte von Hornblende sind oft so stark eingeschmolzen, dass dieselben ganz schwarz erscheinen. Dagegen hat der Hypersthen keine merkliche Einschmelzung erlitten. Derselbe bildet grosse und kleine Leisten häufig mit domatischer Endigung, welche gerade auslöschen und den bekannten Pleochroismus zeigen. Unter gekreuzten Nicols polarisiren die Krystalle ohne Ausnahme mit mattgrauen Farben. Sie besitzen meistens eine klare reine Beschaffenheit; enthalten jedoch häufig grosse Glaseinschlüsse.

### Augit-Hypersthen-Andesit.

Der einzige Vertreter dieser Gruppe ist ein graues feinkörniges Gestein, welches dadurch ein etwas erhöhtes Interesse gewährt, dass es allerdings ganz vereinzelt mikroskopische Körnchen eines gelbgrünen Olivins führt. Unter dem Mikroskope erblickt man eine spärliche, mit Feldspathfragmenten erfüllte Glasbasis, die aber keine Mikrolithe enthält. Der Augit erscheint in zertrümmerten Leisten und Körnern, die häufig eine grosse Menge von Magnetitkörnern einschliessen. Der Hypersthen bildet bestimmter conturirte Kryställchen und ist stark pleochroitisch. In seinen übrigen Charakteren weicht das Gestein nicht von der anstehenden Varietät ab.

Alle übrigen von losen Blöcken herstammenden Stücke gehören der folgenden Gruppe an:

### Hornblende-Augit-Hypersthen-Andesit.

1. In einer röthlichgrauen, porösen bis schlackigen Grundmasse liegen wasserklare bis 4 Millimeter grosse Feldspatheinsprenglinge und ganz vereinzelte Hornblendeleisten.

Die Glasbasis zeigt unter dem Mikroskope Anzeichen von Entglasung. Die Feldspathnadelchen und winzige braune Mikrolithe, welche der Basis eine röthliche Farbe verleihen, bilden zusammen einen schönen Mikrolithenfilz, welcher um die grösseren Einsprenglinge fluidale Anordnung besitzt.

Der Hypersthen lässt sich in diesem Gestein leicht von dem Augit unterscheiden. Während der letztere in gelblichgrünen unregelmässig begrenzten Leisten und Körnern erscheint, zeigt der Hypersthen immer ganz bestimmte quadratförmige Querschnitte mit abgestumpften Ecken (gebildet durch die Flächen  $\infty P_{\infty}$ ,  $\infty \bar{P}_{\infty}$ ,  $\infty P$ ), die sich besonders dadurch auszeichnen, dass sie am Rande tiefroth sind — eine Oxydationserscheinung, welche dem Augit, wegen seines geringeren Eisengehaltes, durchweg fehlt. Die kleineren Hypersthenleisten, welche häufig eine domatische Endigung zeigen, sind meist vollständig in Eisenoxyd umgewandelt und stellen also Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Hypersthen dar. Häufig bemerkt man eine Querabsonderung nach einem der Pinakoide. Auf solchen Rissen ist stellenweise ebenfalls Eisenoxyd in tiefrothen Streifen zur Ausscheidung gelangt. Bei der stärksten Vergrösserung nimmt man an einzelnen Krystallen kurze, feine, rothe Fäden wahr, welche

normal zu den Begrenzungskanten nach Innen hinein ragen. Dieselben sind wahrscheinlich auch durch eine Ausscheidung von Eisenoxyd entstanden. Schnitte senkrecht zur optischen Axe zeigen eine dunkle Hyperbel ohne farbige Ringe. Durch die aus der Grösse des Prismenwinkels berechnete Lage des Schnittes ist es leicht zu beweisen, dass wir es hier in der That mit Hypersthen zu thun haben. Derselbe weist einen sehr starken Pleochroismus auf, und zwar sind die Strahlen:

parallel a = röthlich-braun,  
 „ b = blass-gelb,  
 „ c = blass-grün.

Wichtig für die Bestimmung der Reihenfolge, in welcher die Minerale sich ausgeschieden haben, ist das Vorkommen von Feldspatheinschlüssen im Hypersthen.

Der Augit zeigt keinen oder nur schwachen Pleochroismus. Seine Auslöschungsschiefe erreicht eine Grösse von  $42^\circ$ . Unter gekreuzten Nicols polarisiren die Querschnitte mit lebhaften Farben. Zwillinge nach  $\infty P \infty$  sind nicht selten, während sie beim Hypersthen nur ausnahmsweise und dann jedenfalls nach einem anderen Gesetze vorkommen.

Vereinzelte tritt Hornblende auf. Sie bildet grosse leisten- und rhombenförmige Querschnitte, die auch eine Oxydation erfahren haben. Dieselbe zeigt sich wie beim Hypersthen in einer rothen Umsäumung der Krystalle. Der Pleochroismus ist ebenfalls sehr stark (hell-gelb bis dunkel-braunroth). Einschlüsse von Feldspath und Hypersthen wurden beobachtet.

Magnetit tritt in vereinzelten grossen Körnern auf.

2. Einige andere Stücke weichen nur durch Färbung, Structur und das Auftreten von Glimmer von dem eben beschriebenen Gesteine etwas ab.

Solche Gesteine sind von schlackiger Beschaffenheit. Ihre vielen Hohlräume sind von einer braunen aufgeblähten Substanz überzogen. Dass keine irgend erhebliche Durchkieselung stattgefunden hat, wie ich hiernach zuerst vermuthete, beweist die geringe Menge von in Kalilauge löslicher Substanz, nämlich 6.9 Procent. Wir haben es hier wahrscheinlich mit einem schnell erstarrten Glas zu thun.

Der Glimmer (eine Rubellanart) tritt in vereinzelten grossen goldglänzenden Blättchen von rother Farbe auf. Durch Vergleich mit



dem genau bestimmten Winkel eines anderen Glimmerblättchens wurde der scheinbare Winkel der optischen Axen zu circa  $48^{\circ}$  bestimmt.

3. Durch ihren Reichthum an grossen Feldspatheinsprenglingen, die so dicht nebeneinander liegen, dass die schlackige graue Grundmasse dazwischen nur als Einklemmungsmasse erscheint, ist eine weitere Varietät ausgezeichnet.

Im Dünnschliff unter dem Mikroskope erblickt man in zum Theile entglaster Basis eingesprengt, ausser den Pyroxenen, der Hornblende und dem Plagioklas noch Apatit und Magnetit. Die Hornblende tritt in vereinzelt, zum Theile eingeschmolzenen Leisten auf. Da, wo eine Einsmelzung stattgefunden hat, ist die Hornblende mit einem Kranz von Magnetitkörnchen umgeben. Hypersthen bildet ausser grossen Krystallen auch kleine schwach pleochroitische Mikrolithe in der Grundmasse. Diese winzigen Leisten löschen alle parallel und senkrecht aus und rechtfertigen also die Annahme, dass sie aus Hypersthen bestehen. Apatit erscheint in Säulchen von bräunlicher Färbung und starker Absorption. Dieselben zeigen in der Längsrichtung eine feine, durch eingelagerte Staubkörnchen gebildete Streifung.

#### IV. Die Gesteine von Pichupichu.

Die 70 Stücke von Pichupichu sind am 15. Februar 1877 von Dr. Stübel gesammelt worden. Sie wurden alle als lose Blöcke und Gerölle in dem Flussbett des Rio Pancarpata aufgefunden. Manche derselben zeigen durch ihre abgerundeten Formen, dass sie längere Zeit der Einwirkung des fliessenden Wassers ausgesetzt gewesen sind.

Diese wohl zum Theile von Auswürflingen herstammenden Stücke zeigen, wie mannigfach die Andesite der Cordilleren ausgebildet sind. Ihre Farben variiren von pechschwarz und grau zu allen Schattirungen von roth und braun. Die Structur ist fein- bis grobkörnig (mit vereinzelt Körnern von sogar 8 Millimeter Grösse), oder pechstein-ähnlich und glasisch bis porös und schlackig. Ebenso variiren sie mit Bezug auf ihre Gemengtheile: unter 35 Stücken, von welchen Schiffe hergestellt wurden, sind folgende Gesteinsvarietäten vertreten:

Hornblende-Andesit (1).

Hornblende-Augit-Andesit (10).

Hornblende-Hypersthen-Andesit (4).

Augit-Andesit (5).

Augit-Hypersthen-Andesit (2).

Hornblende-Augit-Hypersthen-Andesit (13).

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, wie zwecklos eine einfache Eintheilung in Hornblende- und Pyroxenandesit bei diesen Gesteinen sein würde; denn die Gesteine mit viel (uneingeschmolzener) Hornblende und wenig Augit gehen allmählig, einerseits durch Abnahme, respective durch Einschmelzung der Hornblende, anderseits durch Zunahme des Augits oder Hypersthens in Pyroxenandesit über; so dass es schwer sein würde, die beiden Gruppen scharf von einander zu trennen.

Bei den Andesiten aus dem Siebengebirge bei Bonn hat Professor v. Lasaulx dieselben Uebergänge beschrieben und wohl zuerst auf diesen Zusammenhang der Endglieder dieser Gruppe hingewiesen.<sup>1)</sup>

Da bei der grossen Anzahl der vorliegenden Stücke eine eingehende Beschreibung der einzelnen Varietäten zu weit führen würde, werde ich mich darauf beschränken, nur die Haupttypen anzuführen.

#### Hornblende-Andesit.

Ohne von etwas Augit begleitet zu sein, tritt in den Laven von Pichupichu Hornblende nicht auf. Das einzige Gestein, das diese Gruppe vertreten könnte, führt wohl keinen Pyroxen; die Hornblende ist aber so durch Einschmelzung verändert, dass das Gestein auch keinen eigentlichen Hornblendeandesit mehr darstellt. Dasselbe ist purpurgrau (Radde) und von poröser Beschaffenheit. In der Grundmasse sind kleine Feldspatheinsprenglinge verbreitet. Die grösseren Körner (bis zu 5 Millimeter) treten nur vereinzelt auf. Von Hornblende erblickt man unter der Lupe keine Spur.

Unter dem Mikroskope gewahrt man eine mit Feldspathmikrolithen und mit schwarzen Trichiten erfüllte Grundmasse. Hierin liegen die Feldspatkörner und rautenförmige Leisten eines opaken schwarzbraunen Minerals, deren oft scharfkantige Begrenzung sie leicht als vollständig veränderte Hornblendekrystalle erkennen lässt. Während sonst bei Einschmelzung der Hornblende Magnetit gebildet wird, scheint im vorliegenden Falle eher nur eine Bildung eines eisen-

<sup>1)</sup> Sitzungsber. niederrh. Ges. Nat. u. Heilk. Bonn. 1884. 154.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1886. (F. H. Hatch.)

haltigen Silikats veranlasst zu sein. Wie früher gezeigt wurde<sup>1)</sup> und wie eigene Versuche bestätigen, werden Hornblende-Splitter durch längeres Glühen dunkelbraun gefärbt. Eigenthümlich ist es, dass bei einem so hohen Grade der Einschmelzung der Hornblende keine neuen Pyroxene gebildet worden sind.

Recht reichlich ist Apatit; derselbe erscheint in gelben gestreiften Säulchen, welche die bekannte Absorption  $E > 0$  zeigen. Grössere Körner von Magnetit sind leicht durch den bläulichen Reflex von den schwarzbraunen eingeschmolzenen Hornblendekörnern zu unterscheiden.

### Hornblende-Augit-Andesit.

Diese Gesteine unterscheiden sich wesentlich untereinander nur dadurch, dass in den einen die Hornblende reichlich und fast ohne Anzeichen der Einschmelzung sich findet, in anderen dagegen bis zum Verschwinden eingeschmolzen ist. Gerade in diesen Gesteinen lässt sich daher der Uebergang der nur hornblendehaltigen in die nur augithaltigen Gesteine Schritt für Schritt verfolgen.

Zwischen den beiden Gruppen gibt es keine scharfe Grenze. Nur dadurch kann in allen Fällen einem Gestein seine richtige Stellung gegeben werden, dass man alle diejenigen Gesteine, die auch nur ganz vereinzelte Hornblendereste enthalten, zu der Mittelgruppe: Hornblende-Pyroxen-Andesit rechnet.

1. Eines dieser Gesteine besteht aus einer schwarzen glasigen Grundmasse, die nur vereinzelte grosse farblose Feldspatheinsprenglinge und eingestreute Hornblendenadeln enthält.

Die dunkel-braune Glasbasis löst sich bei der stärksten Vergrösserung in einen dichten Mikrolithenfilz mit eingestreuten Magnetitkörnchen auf. Die porphyrisch ausgeschiedenen Feldspathleisten führen massenhaft braune schlackige Fetzen von Glas, die meist in Reihen nach der Längsrichtung angeordnet sind, jedoch in der Weise, dass der Querschnitt in den meisten Fällen einen aus reiner Feldspathsubstanz bestehenden Rand aufweist.

Die Hornblende bildet durchaus unveränderte Nadeln. Hie und da, in einigen der grösseren Leisten, bemerkt man jedoch Wolken von winzigen ausgeschiedenen Magnetitkörnchen.

<sup>1)</sup> K. Oebbke: Beiträge zur Petrographie der Philippinen etc. Neues Jahrb. l. Beilage-Bd. pag. 475.

### **Pleochroismus :**

a = Blassgelb, 2. Uebergang nach gelbgrün	9 u v	} (Radde's Scala).
b = Dunkelgelb, Cardinal-Ton . . . . .	7 k	
c = " " " " " " " " " " " "	7 i	

Die Auslöschungsschiefe wurde bis zu  $11^\circ$  gemessen.

Die Augitkörner, darunter auch Zwillinge, vereinigen sich gern mit Magnetit zu Haufen. Ihre Farbe ist gelblichgrün mit schwachem Pleochroismus. Das Maximum der Auslöschungsschiefe beträgt  $43^\circ$ .

In die Hornblende und Augitquerschnitte hineingewachsen finden sich zuweilen auch grosse Körner von Magnetit.

2. Eine etwas abweichende Varietät bildet ein schwarzes, mit vielen kleinen Feldspathkörnern und Hornblendeleisten durchspicktes Gestein. Unter dem Mikroskope zeichnen sich die Feldspathe durch ihre reine Beschaffenheit aus, indem sie fast keine Einschlüsse führen. Sie zeigen schöne Zwillungstreifung. Die Hornblendequerschnitte sind häufig von einem schmalen Kranz von kleinen losen Magnetitkörnchen und von farblosen Körnchen, die ich für Feldspath halte, umgeben. In dem Augite finden sich bisweilen recht grosse Einschlüsse von Magnetit.

3. Eine durchaus verschiedene Ausbildung zeigt ein schwarzes dichtetes, aber nicht ganz frisches Gestein. Die Einsprenglinge besitzen ein etwas verwittertes Aussehen, indem die Feldspathe gelblich, die Augite grünlich-gelb erscheinen. Spuren von Zersetzung nimmt man auch unter dem Mikroskope wahr. Auf den Sprüngen und Rissen der Feldspath- und Augitquerschnitte bemerkt man häufig ein gelbgrünes viriditähnliches Product.

Eine Wiedereinschmelzung der Gemengtheile hat in diesem Gestein in einem merkwürdig hohen Grade stattgefunden. Die Hornblendeinsprenglinge sind zum Theile mit einem breiten schwarzen Rand umgeben, der nicht aus Körnern besteht, sondern vielmehr den Schmelzproducten ähnlich ist, welche Becker <sup>1)</sup> auf künstlichem Wege, durch Glühen von Hornblendesplittern erhielt, zum Theile sind dieselben vollständig eingeschmolzen und erscheinen dann als schwarze Nadeln und Körner, die bisweilen die abgerundete Form der Hornblende noch erkennen lassen. Solche Körner sind meist von einer

<sup>1)</sup> Becker: „Ueber die dunklen Umrundungen der Hornblenden und Biotite in den massigen Gesteinen“. Neues Jahrb. 1883. II. pag. 8.

etwas helleren Zone umgeben, die sich unter gekreuzten Nicols als aus Körnchen und Mikrolithen von Feldspath bestehend ergibt.

Ein Schliff zeigt sehr schön die unzweifelhafte Neubildung von Feldspath durch Wiedereinschmelzung vorher ausgeschiedener Hornblende.

Der Rest eines eingeschmolzenen Hornblendekrystalls, der, obwohl ganz schwarz, doch unter gekreuzten Nicols ein Aufleuchten zeigt, ist zunächst von einer helleren Zone umgeben, die aus Körnchen von Magnetit und Feldspath besteht: das Ganze liegt in der Mitte eines grossen hellen Hofes, der nur vereinzelte Magnetitkörnchen und Glimmerblättchen enthält, sonst aber, wie ein Blick unter gekreuzten Nicols überzeugt, vollständig von zum Theile recht grossen Feldspathleistchen erfüllt ist.

In diesem Gestein zeigen die Augite ebenfalls Spuren von Einschmelzung, indem sie mit wenigen Magnetitkörnchen umgeben sind.

Ein anderes pechschwarzes, glänzendes, dichtes, sehr glasreiches Gestein führt nur ganz vereinzelte und kleine Feldspatheinsprenglinge. Dasselbe ist einer der kieselsäurereichen Andesite mit Kieselsäuregehalt von 60.79 Procent. Entsprechend hoch ist der Gehalt an der in Kalilauge löslichen Substanz, nämlich 9.45 Procent.

Unter dem Mikroskope zeigt sich ein reines braunes Glas, das aber mit Mikrolithen und Leistchen von Feldspath erfüllt ist. Letztere zeigen häufig in ihrer parallelen Anordnung eine mikrofluidale Structur. Ausser den Feldspathmikrolithen nimmt man auch kleine gelblich gefärbte Nadelchen wahr, die parallel und senkrecht auslöschten. Bei den grösseren Feldspathkrystallen tritt hin und wieder die Erscheinung auf, dass die gut begrenzten Krystalle, trotzdem sie parallel den Grenzen angeordnete Glaseinschlüsse führen, dennoch aus mehreren verschieden orientirten Fragmenten bestehen. Sowohl bei dem Feldspath als bei dem Augit kommen Einbuchtungen der Glasbasis in die Krystalle vor.

Hornblende und Augit sind beide vereinzelt. Die erstere ist so stark eingeschmolzen, dass in vielen Fällen nur kleine Reste der Hornblendesubstanz übrig geblieben sind. Die mit schwarzem Rand umsäumten Körner zeigen hin und wieder Auscheidungen oder Einschlüsse von Feldspaths Substanz. Der ganze Querschnitt ist vielfach von einem von der übrigen Glasmasse scharf abgegrenzten Hof umgeben, der aus Körnchen von Feldspath, Magnetit und Augit

besteht. Stellenweise bemerkt man in der Hornblendesubstanz wolkige Ausscheidungen von winzigen schwarzen Körnchen, die den betreffenden Theil ganz schwarz erscheinen lassen; dieses erläutert uns das Schwarzwerden der Hornblende beim Einschmelzen.

Eine merkwürdige Schmelzzone wurde in einem Schriff beobachtet: — von dem schwarzen Rand eines angeschmolzenen Hornblendekrystals strahlen wirt durcheinander eine Menge dunkelbrauner, jedoch durchsichtiger Nadelchen aus. Näheres darüber war wegen ihrer Kleinheit nicht zu ermitteln. (Taf. VII, Fig. 3.)

Dass Hornblendekrystalle in Folge einer starken Einschmelzung vollständig aufgelöst werden können, beweisen Stellen in der Grundmasse, wo man zwar keine Hornblende mehr, wohl aber eine Anhäufung von Körnchen von Feldspath und Magnetit sieht, die ganz jenen gleichen, die sich um noch vorhandene Hornblende finden.

#### Hornblende-Hypersthen-Andesit.

Der ausgezeichnetste Vertreter dieser Gruppe ist ein poröses graues Gestein, das sich aus einem grobkörnigen Gemenge von grossen Leisten von Feldspath und Hornblende zusammensetzt. Das verkittende Glas zeigt in gewissen Stellen einen auffallend blassblauen Schiller. Derselbe wird wohl eine durch feine Risse hervorgerufene Beugungserscheinung sein, ähnlich wie sie bei einem Obsidian von Quito von Prof. v. Lasaulx<sup>1)</sup> beschrieben worden ist. Die dicht nebeneinander liegenden Feldspathkörner sind circa 4 Millimeter im Durchmesser gross. Neben diesen tritt die Hornblende in zerstreuten Nadelchen auf. Einige Leisten erlangen eine Länge von 8 Millimetern. Vereinzelt sind kleine bronceglänzende Blättchen von Glimmer.

Die Grundmasse löst sich unter dem Mikroskope in einen lichtgrauen feingewobenen Filz von winzigen Feldspatlmikrolithen auf, mit sparsamem Glas dazwischen. Porphyrisch eingestreut sind Feldspath, Hornblende, Hypersthen und Glimmer. Der erstere erscheint in grossen unregelmässig begrenzten Querschnitten, welche in gewöhnlichem Licht einfach erscheinen, unter gekreuzten Nicols aber als aus mehreren verschieden orientirten, ebenfalls unregelmässig concurirten Partien bestehend sich ergeben. Dieses scheint die Folge

<sup>1)</sup> Sitzgsber. niederrh. Ges. Bonn 1881, p. 177.



dadurch entstanden, dass in die Risse der fertiggebildeten Krystalle Plagioklasssubstanz eindrang, ist eine Frage, die ich dahingestellt lassen muss. Es sei nur noch erwähnt, dass ich bei Hornblende-krystallen Einbuchtungen von Feldspathsubstanz beobachtet habe. Dieser Umstand spricht für die letzte Hypothese. Bleibtren erwähnt in seinen Untersuchungen über Einschlüsse in Basalt<sup>1)</sup> die Ausfüllung mit Plagioklasssubstanz eines in einem Olivinfelseinschluss entstandenen Risses. Um dieselbe zu erklären, nimmt er an, dass die Spalte erst entstand als der Basalt schon theilweise erstarrt war, und dass der so entstandene leere Raum von Plagioklasssubstanz erfüllt wurde, welche gewissermassen als Mutterlauge im flüssigen Zustand zwischen dem Gesteinsskelet sich befand.

In den Schliffen einiger ähnlich aussehenden Stücke erscheinen die Hornblendequerschnitte stark eingeschmolzen, womit zugleich ein grosser Reichthum an in der Glasbasis eingestreuten Körnchen von Magnetit zusammenhängt. Denn in der eben beschriebenen Varietät, bei welcher die Hornblende nicht eingeschmolzen war, enthielt die Basis keine eingestreuten Magnetitkörnchen. Ferner bemerkt man, in anderen Schliffen, kleine eingeschmolzene Reste von Hornblende, umgeben von langen ausgedehnten Schnüren von Magnetitkörnern, die offenbar aus der Hornblendesubstanz hervorgegangen sind. Becker<sup>2)</sup> zweifelt, dass die dunklen Umrandungen der Hornblende aus Magneteisen bestehen; wo aber das Schmelzproduct die Gestalt von Körnern annimmt und, wie hier, allmählig in die Basis übergeht, kann kein Zweifel obwalten, dass die Körnchen in der Basis von derselben Beschaffenheit sind, wie die um die Hornblendekrystalle. Dieselbe Ansicht hat schon Prof. v. Lasaulx in seiner Arbeit über den Aguitandesit aus dem Sieben-Gebirge ausgesprochen.<sup>3)</sup>

Röthlichbraune Laven, wie sie vom Misti beschrieben wurden, sind auch hier vertreten. In diesen, wie in jenen, zeigen die Hornblende- und Hypersthenkrystalle eine rothe Umsäumung; stets ist der Plcochroismus verstärkt. Bei solchen Krystallen, welche grosse Feldspatheinschlüsse führen, erscheint auch die innere, dem Plagioklas angrenzende Hornblendesubstanz geröthet.

<sup>1)</sup> Bleibtren C.: Beiträge zur Kenntniss der Einschlüsse in den Basalten etc. Zeitschf. d. Deutsch. geol. Ges. 1881, pag. 528.

<sup>2)</sup> Becker: Ueber die dunklen Umrandungen der Hornblenden und Biotite in den massigen Gesteinen. N. Jahrb. 1883, II, p. 8.

<sup>3)</sup> v. Lasaulx l. c.



## Augitandesit.

Das typischste der zu dieser Gruppe gehörigen Gesteine stellt ein feinkörniges Gemenge von Feldspathkörnern und dunkler Glasmasse dar. Die Körner von Feldspath und Glas besitzen ungefähr die gleiche Grösse und sind sehr gleichmässig vertheilt. Das Gestein spaltet mit muscheligen, an Pechstein erinnernden Bruchflächen.

Die Grundmasse besteht aus Mikrolithen und Leistchen von Feldspath, zwischen welchen ein braunes, sehr reines Glas eingeklemmt ist. In geringem Masse sind Magnetitkörnchen, stellenweise beträchtlich gross, eingestreut.

Der Feldspath ist von ausnahmsweise reiner und farbloser Beschaffenheit. Selten führt er Glaseinschlüsse, niemals schlackige. Die Glaseinschlüsse sind entweder rundlich, farblos, meist mit einer Libelle; oder sie sind braun und dann auf Rissen eingeschaltet. Ich halte letztere für primäre Einschlüsse der Glasbasis, während die ersteren sich wahrscheinlich während der Erkaltung aus dem Feldspath selbst ausschieden. Schalenbau ist sehr ausgeprägt. Auch hier erscheinen Verschiebungen der einzelnen Theile gegen einander, wie sie vorhin schon beschrieben worden.

Der Augit erscheint in Körnern oder in scharf begrenzten Krystallen. Dieselben sind meist zu Haufen mit eingestreuten Körnern von Magnetit aggregirt. Glaseinschlüsse sind selten; dagegen enthalten die Körner häufig Magnetit. Die Krystalle weisen eine ganz besonders deutliche Spaltbarkeit auf. Zwillinge, einfache oder polysynthetische, sind nicht selten. Unter gekreuzten Nicols polarisiren die Querschnitte mit sehr lebhaften Farben. Die Auslöschungsschiefe erreicht ein Maximum von  $44^\circ$ . Der Pleochroismus ist äusserst schwach, etwas stärker in Schnitten aus der Zone  $\infty P\infty .OP$ . Hypersthen ist nicht nachzuweisen.

Eine ganz andere Ausbildung besitzt eine zweite Varietät des Augitandesits von Pichupichu. Es ist ein sehr dichtes schwarzes Gestein von nicht immer ganz frischer Beschaffenheit. Grössere Einsprenglinge von Feldspath sind nicht vorhanden, mit der Lupe nimmt man aber kleine Leistchen und Nadelchen desselben wahr.

Der Kieselsäuregehalt dieses Gesteins ist 56.31 Procent, während die in Kalilauge lösliche Substanz nur 3.38 Procent beträgt. Es hat also keine Verkiezelung stattgefunden.

Die Glasbasis besitzt, wie die mikroskopische Betrachtung zeigt, in den einzelnen Schliffen eine etwas verschiedene Ausbildung. Bald ist sie ein dunkelbraunes, dichtes Glas mit eingestreuten winzigen Magnetitkörnchen und wenigen Feldspathmikrolithen, das unter gekreuzten Nicols fast ganz dunkel bleibt; bald ist sie heller, mit Magnetitkörnern erfüllt und zeigt mikrofelsitische Entglasung. Man erblickt zwischen den winzigen, dicht neben einander liegenden Feldspathmikrolithen eine Menge kleiner hell aufleuchtender Körnchen, die wegen ihrer Kleinheit keine weitere Bestimmung zulassen. Eine solche Entglasung findet sich selten bei Angitandesiten, welche gewöhnlich ein ziemlich reines Glas aufweisen.

Der Feldspath zeigt Anfänge der Zersetzung und führt kleine grünliche viriditähnliche Einlagerungen.

Der Augit tritt auf in zum Theile recht gut ausgebildeten Querschnitten ( $\infty P$ .  $\infty P\infty$ .  $\infty P\infty$ ), zum Theile in Leisten, die stellenweise eine beträchtliche Grösse erreichen. Die Krystalle sind häufig polysynthetisch verzwilligt. Geeignete Querschnitte zeigen schwachen Pleochroismus. Die Polarisationsfarben bei nicht allzu dünnen Schliffen sind lebhaft; im anderen Fall mattgrau. Die Auslöschungsschiefe wurde bis zu  $45^\circ$  gemessen. Bisweilen führen die sonst rein beschaffenen Augite neben Glaseinschlüssen ziemlich grosse Körner von Magnetit. Auch in der Grundmasse trifft man zuweilen grosse Magnetitkörner, die von einem nur schmalen, unter gekreuzten Nicols hell aufleuchtenden Rand umgeben sind. Der Magnetit zeigt häufig Verwitterung; in der nächsten Umgebung der Körner ist die Glasbasis stellenweise eisen-gelb gefärbt; besonders häufig zeigt sich die Färbung auf Rissen im Gestein.

Schwarze Risse, welche sowohl die Grundmasse als die Augite durchsetzen, stehen meistens mit grösseren Magnetitkörnern im Innern eines Augitquerschnittes in Verbindung. Ich kann diese Erscheinung nur durch die Annahme erklären, dass die schwarze Substanz ein Schmelzproduct des Augits sei, welches vom Augit aus in die Risse des halberstarrten Gesteins eindrang.

Erwähnenswerth ist noch eine graue dichte Varietät mit nur kleinen eingesprengten Feldspathkörnern.

Das Gestein weicht von den schon beschriebenen hauptsächlich darin ab, dass die Grundmasse einen sehr grossen Reichthum an Feldspath zeigt. Dieselbe erscheint unter gekreuzten Nicols so erfüllt

von Körnern und Leisten von Feldspath, dass sie ein Krystallgemenge mit nur wenig Glas darstellt. Eine zweite Verschiedenheit besteht darin, dass die grösseren Feldspatheinsprenglinge zuweilen einen hohen Grad der Einschmelzung erlitten haben. Hiedurch verloren die Querschnitte, bei Beibehaltung von Zwillingsstreifung, ihre Leistenform vollständig und nahmen eine abgerundete oder elliptische Form an. Ferner sind die Querschnitte von einem schmalen Rand von reiner Feldspathsubstanz umgeben, während der innere Kern viele Einschlüsse, zum Theile Neubildungen führt. Diese Einschlüsse bestehen zum grossen Theile aus Glaseiern oder zerstreuten Magnetitkörnchen und kleinen Fetzen eines braunen, unter gekreuzten Nicols lebhaft polarisirenden Glimmers. Bei der stärksten Vergrösserung nimmt man massenhafte winzige graue Partikelchen wahr, die keine nähere Bestimmung zulassen.

#### Augit-Hypersthen-Andesit.

Diese Gruppe umfasst die Gesteine, welche sowohl Augit als Hyperstheneinsprenglinge führen, in welchen aber Hornblende vollständig fehlt. Sie sind unter den Gesteinen von Pichupichu nur in geringer Anzahl vertreten. Von den sämtlichen überhaupt untersuchten Schliften enthielten nur zwei Augit und Hypersthen, ohne jede Spur von Hornblende.

Makroskopisch treten in der porösen, braungrauen Gesteinsmasse nur vereinzelte Feldspathkörner sichtbar hervor.

Im Dünnschliff erkennt man ein reines braunes Glas, das zwischen den massenhaften Feldspathleisten eingeklemmt erscheint. Eingestreut sind ziemlich grosse Magnetitkörnchen. Die grösseren Feldspathe enthalten viele Schlacken- und Glaseinschlüsse. Pyroxen ist verhältnismässig wenig vorhanden. Die Augitkörner sind meist zu kleinen Haufen aggregirt. Auf den Spaltrissen ausgeschieden beobachtet man rostrothe Streifen von Eisenoxyd; der Augit scheint mithin einer eisenreichen Varietät anzugehören. Unter gekreuzten Nicols polarisirt er mit sehr lebhaften Farbentönen; der Pleochroismus aber ist äusserst schwach.

Der Hypersthen kommt in langen prismatischen Krystallen vor, welche vielfach eine deutliche domatische Endigung zeigen. Am Rande sind dieselben röthlich gefärbt. Lange schmale, schwach pleochroitische Nadelchen, die in der Grundmasse zerstreut liegen, halte ich ebenfalls für Hypersthen.

### Hornblende-Hypersthen-Augit-Andesit.

Zu dieser Gruppe gehört eine grosse Anzahl der Stücke. Sie lassen sich leicht in drei Varietäten theilen.

1. Weisslich-graue dichte Gesteine ohne grosse Feldspatheinsprenglinge, in welchen die Hornblende nicht oder sehr wenig angeschmolzen erscheint.

2. Rothbraune dichte Gesteine, zum Theile mit ziemlich grossen Feldspatheinsprenglingen, in welchen die Hornblende- und Hypersthenkrystalle roth umsäumt sind.

3. Graue poröse Gesteine, ohne grosse Feldspatheinsprenglinge, in welchen die Hornblende nur vereinzelt und stark eingeschmolzen auftritt.

1. Makroskopisch erkennt man eine dichte graue glasige Grundmasse, in welcher kleine Feldspatheinsprenglinge und vereinzelte Hornblendenädelchen eingebettet sind. Rundliche dunkle Flecken, die stellenweise in der Grundmasse auftreten, ergeben sich durch die Betrachtung mit der Lupe als ein Gemenge von Hornblende- und Feldspathkörnern.

Unter dem Mikroskope nimmt man eine an und für sich farblose Glasbasis wahr, die jedoch kleinste Körnchen von Magnetit enthält. Unter gekreuzten Nicols wird ein Filz von massenhaften winzigen Feldspathmikrolithen sichtbar.

Die lang prismatischen, häufig etwas zertrümmerten Leisten der Hornblende weisen einen starken Pleochroismus auf. Den Beginn einer Einschmelzung bemerkt man nur in einigen Schliften, indem die Leisten am Rande etwas gekörnelt erscheinen. Einer der Schlifflinge zeigte zufällig den Durchschnitt eines der oben erwähnten Flecken, in welchen Hornblende, Feldspath und Magnetit sich zusammen ausgeschieden haben. Die Hornblende, welche bei weitem überwiegt, besteht aus halbausgebildeten Kryställchen. Durch den gleichzeitigen Wechsel der pleochroitischen Farben bei einer Drehung des Objectisches bemerkt man, dass dieselben annähernd parallel orientirt sind. Der Magnetit erscheint zum grössten Theile als grosse eingeschlossene Körner in der Hornblende.

Von beiden Pyroxenen sind ungefähr gleiche Mengen vorhanden. Gelblich-grüne Körner, ohne krystallographische Begrenzung, die keinen Pleochroismus aufweisen, erweisen sich als Augit; kleine leistenförmige Krystalle mit domatischer Endigung, welche deutlich

pleochroitisch sind, als Hypersthen. Unter gekreuzten Nicols polarisirt der Augit mit sehr lebhaften Farben; der Hypersthen hingegen zeigt nur graue bis gelbe Farbtöne.

2. Die Gesteine der zweiten Art sind wegen ihres hohen Eisengehaltes durch Oxydation rothbraun geworden; und zwar ist entweder das ganze Gestein rothbraun, oder die Färbung tritt nur an den Wänden der kleinen Hohlräume auf, während das übrige Glas schwarzgrau ist. Stücke, welche die letzte Art der Färbung zeigen, enthalten eingesprengte bis zu 3 Millimeter grosse Feldspathkörner und vereinzelte Hornblendenädelchen. Die graue Grundmasse ist aus kleinen Feldspatlmikrolithen und Magnetitkörnern zusammengesetzt. In der Umgebung der grossen Feldspathe und an den Wänden der Hohlräume erscheint das Glas röthlich gefärbt.

Die Hornblende tritt in Leistchen und Nädelchen auf, die am Rande gekörntelt und geröthet erscheinen. Der Pleochroismus ist auffallend stark (blassgelb bis tief-braunroth). Stellenweise sind die grossen Hornblendekrystalle mit Ausnahme eines Kerns verschwunden und ihre Stelle ist mit einem Gemenge von kleinen Körnern von Hypersthen, Augit, Feldspath und Magnetit erfüllt, welche offenbar aus der Hornblende durch Umschmelzung hervorgegangen sind.

Sehr auffallend in diesem Gestein ist der Unterschied zwischen den beiden Pyroxenen. Der Augit bildet blassgrüne Körner und Leisten mit nur schwachem Pleochroismus, welche unter gekreuzten Nicols mit sehr lebhaften Farben polarisiren, während die meist gut ausgebildeten Hypersthenkrystalle geröthet erscheinen, und in Folge dessen einen sehr starken Pleochroismus zeigen. Die rothe Färbung zeigt sich besonders am Rande des Krystalls. Die Polarisationsfarben sind nicht lebhaft. Bisweilen erscheinen in den Krystallen schmale gelbe Risse.

Ein sehr schönes Gestein ist die ganz rothe Varietät. Dasselbe setzt sich aus einem Gemenge von kleinen Feldspathkörnern und zerstreuten schwarzen glänzenden Hornblendenädelchen zusammen, die in einer dichten rothbraunen Grundmasse eingebettet sind.

Die rothe Färbung der Glasbasis ist, wie die Untersuchung bei der stärksten Vergrösserung ergibt, durch winzige braune Mikrolithe und Trichite verursacht, welche ein dichtes Gewirr mit den Feldspatlmikrolithen bilden; gegen die ersteren treten aber letztere sehr zurück. Werden die Mikrolithe etwas grösser, so glaubt man

einen schwachen Pleochroismus wahrzunehmen und, so weit man sehen kann, sind dieselben parallel und senkrecht orientirt. Ob sie Hornblende oder Hypersthen sind, war bei ihrer Kleinheit nicht zu entscheiden.

Die Hornblendenädelchen zeigen keine Spur von Einschmelzung. Auf den Spaltrissen bemerkt man zuweilen Ausscheidungen von Eisenoxyd. Der Pleochroismus ist, wie bei der Hornblende aller dieser sehr eisenreichen Gesteine, sehr intensiv.

- a = hellorange (2. Uebergang nach gelb) 6 u.  
 b = dunkelorange (Cardinalton) . . . . 4 o.  
 c = zinnoberroth „ . . . . 1 g.

Wie in dem vorigen Gestein ist auch hier der Unterschied zwischen den beiden Pyroxenen sehr ausgeprägt. Der Augit kommt in grünlichen, nicht pleochroitischen Körnern vor, die unter gekreuzten Nicols lebhaft polarisiren. Der Hypersthen bildet kleine scharf begrenzte Kryställchen, am Rande und auf den Spaltrissen bedeckt mit rostfarbigen Ausscheidungen. Bisweilen zeigen sich Anfänge einer Ausfaserung des Hypersthens in der Richtung der Längsaxe.

Ein Augitkrystall zeigte folgende Erscheinung (Taf. VII, Fig. 6). Der Querschnitt ist durch die Flächen  $\infty P$  und  $\infty P\infty$  begrenzt. Parallel den beiden Flächen von  $\infty P$  verlaufen schmale gelbe Streifen. Unter gekreuzten Nicols bleibt der Krystall mit Ausnahme dieser gelben Streifen dunkel, ist also senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten. Die Streifen werden aber erst dunkel, wenn die kürzere Diagonale des Nicols mit der Richtung der Kante von  $\infty P\infty$  übereinstimmt. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass wir es hier mit einer Verwachsung eines Augites mit eingeschalteten Lamellen eines anderen Augites mit anderer Lage der Bisectrix zu thun haben. Die gelbe Färbung dieser eingeschalteten Lamellen verweist auf den grösseren Gehalt an Eisen.

Grosse Körner von Magnetit haben durch ihre Oxydation die Glasbasis in der nächsten Umgebung etwas dunkelbraun gefärbt.

3. Die Gesteine der dritten Art zeichnen sich unter dem Mikroskope durch ihren grossen Gehalt an Feldspath in der Grundmasse aus. Dieselbe ist derart mit Mikrolithen und Leisten erfüllt, dass kaum eine einzige Stelle vorhanden ist, die nicht durch Drehen des Objectisches unter gekreuzten Nicols aufleuchtet. Eingestreut sind grosse und kleine Körner von Magnetit und Leisten und Körner von Augit.

Von Interesse sind nur die Hornblendereste und ihre Umwandlungsproducte. Dieselben treten nur ganz vereinzelt im Gestein auf. Von der Hornblende ist entweder nur ein kleiner Kern übrig, umgeben von einem der ursprünglichen Leistenform entsprechenden Hof, welcher durch Körner oder Leisten von Feldspath, Augit, Hypersthen und Magnetit gebildet ist, oder kleine unter den Neubildungen zerstreute Körnchen, welche ihre Zusammengehörigkeit auch dadurch zeigen, dass sie alle übereinstimmend orientirt sind. (Taf. VII, Fig. 7.)

Aggregate von Augit und Feldspath mit Magnetit bezeichnen die Stellen, wo Hornblende vollständig eingeschmolzen worden ist.

### V. Gestein aus der Tuffformation.

Auf einer Excursion nach den etwa 7 Leguas NNO. von Arequipa entfernten Bädern von Yurac (oder Yura), welche Herr Dr. Stübel unternahm, wurden in dem Thal, in welchem die Bäder liegen, viele lose Stücke gesammelt, welche derselbe als Bruchstücke aus dem quarzführenden Bimsteintuff auffasst.

Diese sind theils Stücke von Laven, die den schon beschriebenen gleichen, theils sind sie obsidianartige und sphaerulithische Gläser. Von den ersten sollen hier nur zwei, weil sie einiges Interesse bieten, näher beschrieben werden.

Das eine ist ein schwarzer Augitandesit, mit glasiger Grundmasse und etwas Olivin enthaltend. Im Dünnschliff erscheinen unter anderen schwarze undurchsichtige Körner, die stellenweise rhombenförmige Querschnitte zeigen und aus veränderter Hornblende bestehen. Sehr schön ist hier die Neubildung von Augit zu sehen. Die schwarzen Querschnitte sind mit einem breiten Kranz von lebhaft polarisirendem faserigem Augit umgeben. Ist der Querschnitt in der Mitte hohl, so ist auch die innere Grenze mit Augit ausgekleidet. (Taf. VII, Fig. 8.) Braunes mit Feldspathleisten und Augitkörnern erfülltes Glas zieht schlierenartig durch das Gestein hindurch.

Das zweite Gestein ist ein grobkörniger Hornblendeglimmerandesit. Die Feldspathleisten erreichen in diesem Gestein eine Länge von 7 Millimeter. Der Glimmer bildet kleine 6-seitige Blättchen, die Hornblende kleine Leisten. Im Dünnschliff erscheint die Hornblende in grossen wohlbegrenzten unveränderten Querschnitten, gebildet durch  $\infty P \infty . \infty P \infty . \infty P$  mit ausgezeichneter Spaltbarkeit. Zwillinge nach  $\infty P \infty$ . Der Pleochroismus ist:

a = Blassgelb (Cardinalton) . . . . .	7 i	} Radde's Scala
b = Dunkelgelb ( " ) . . . . .	7 b	
c = " (1. Uebergang nach Gelbgrün) . . . . .	8 h	

Das Maximum der Auslöschungsschiefe beträgt 21°.

Der Pleochroismus des Glimmers ist sehr ausgesprochen und dient zur Unterscheidung von der Hornblende.

a, b = hell bräunlichgelb.

c = schwarzbraun.

Stellenweise ist der Glimmer angeschmolzen und ist dann mit Magnetitkörnchen und Augitmikrolithen umsäumt. Denselben sind unter anderen zum Theile recht grosse Körner von Feldspath interponirt, die unter gekreuzten Nicols deutliche Zwillingsstreifung zeigen.

Glimmer und Hornblende erscheinen zum Theile in gesetzmässiger Verwachsung. Die beiden Minerale lassen sich leicht durch die Stärke ihrer Absorption unterscheiden. Steht nämlich die Verticalaxe des Glimmerquerschnittes senkrecht zum Nicolhauptschnitt, so erscheinen die beiden gleich hellgelb gefärbt. Dreht man jetzt aber um 90°, so wird der Glimmer fast schwarz, die Hornblende nur grünlichbraun. Die Hornblendequerschnitte sind aber einander nicht ganz parallel orientirt. Der Glimmer scheint hier als Structurcentrum für die Hornblende gewirkt zu haben. An vereinzeltten Stellen bilden Augitkörner, Hornblendeleistchen und Glimmerblättchen zusammen mit Magnetit rundliche Aggregationen. Offenbar sind diese vier Minerale in solchen Stellen zu gleichzeitiger Ausscheidung gelangt.

Die vulcanischen Gläser sind ein Obsidian und ein Sphaerulithfels.

Von dem Obsidian ist nur ein einziges Stück vorhanden. Dasselbe ist eine pechschwarze kugelige Masse, die durch Verwitterung oberflächlich braun geworden ist. Die chemische Untersuchung zeigt, dass das Glas nicht zersetzt ist. Der Glühverlust beträgt nur 0.89 Procent. In kochender Kalilauge löst sich 5.34 Procent. Unter dem Mikroskope nimmt man eine Fluidalstructur wahr, die durch wechselagernde Schlieren von hellerem und dunklerem Glase bewirkt wird. Die helleren Partien sind mikrofelsitisch entglast und enthalten Feldspathmikrolithe und schwarze trichitenähnliche Gebilde. In der Glasmasse eingestreut liegen vereinzelte Feldspath- und Augiteinsprenglinge.

Die gelblich-weissen Stücke von Sphaerulithfels sind mit braunen Streifen eines dunkleren Glases gebändert. Dieselben bestehen aus einem sehr sauren Glas, wie dies sich aus folgender Analyse ergibt:



Gesamnte  $SiO_2$  . . . . = 73·03 Procent.

Lösliche (in  $KHO$ ) Substanz = 9·41 „

Glühverlust . . . . . = 0·46 „

Das gelblich gefärbte Glas enthält eine Menge schwarzer regellos oder sternförmig angeordneter trichitischer Ausscheidungen. Ganz vereinzelt treten Leistchen von Feldspath und Glimmer auf. Unter gekreuzten Nicols zeigt sich die sphaerulithische Structur, indem tausende dicht nebeneinander liegende faserige Sphaerulithe sichtbar werden. Dieselben zeigen das bekannte Kreuz, welches, in einigen Fällen, bei einer Drehung des Präparats sich zu zwei getrennten Hyperbeln öffnet. Dieselbe Erscheinung ist schon von Prof. v. Lasaulx<sup>1)</sup> beschrieben und durch die Annahme einer Verwachsung zweier Sphaerulithe erklärt worden.

Stücke schwarzer zelliger Schlacken finden sich ebenfalls in losen Blöcken häufig in dem erwähnten Thal. Dr. Stübel glaubt dieselben einer neueren Charchanilava zuschreiben zu sollen.

## VI. Gesteine und Tuffe, welche unter den vulcanischen Producten der Vulcane liegen.

### a) Formation quarzführender Tuffe von Yurac.

Diese Tuffe, deren mächtige Schichten bei den Bädern von Yurac anstehen, sind, nach einer Angabe von Dr. Stübel, älter als die vulcanischen Ablagerungen. Zwei Arten derselben, die auch sonst Verschiedenheiten aufweisen, unterscheiden sich schon nach der Farbe: der eine ist röthlichgrau, der andere lichtroth.

Der röthlichgraue Tuff steht in dem unteren Theil des Thales an. Derselbe ist ein Gemenge von kleinen Glas- und Feldspathbruchstücken mit vereinzelt grossen Quarzkörnern und massenhaften Bimssteinbruchstücken. Von Bimsstein liegen auch grössere weisse Stücke (von etwa 2 Centimeter Durchmesser) in der Grundmasse eingebettet. Diese Gemengtheile sind, wahrscheinlich durch Chalcedon, zu einer harten Masse verkittet. In kochender Kalilauge löst sich 10·26 Procent, und wenn man berücksichtigt, dass von Chalcedon nur circa 30 Procent in Kalilauge löslich ist, so würde sich hieraus ein ziemlich hoher Gehalt an Chalcedon ergeben. Im Dünnschliff bleibt die Grundmasse unter gekreuzten Nicols nicht ganz dunkel. Die Aufhellung ist

<sup>1)</sup> von Lasaulx: Neues Jahrb. 1877, pag. 617.

vielleicht durch den Chalcodon bewirkt. Viele feinfaserige Bimssteinstücke und gekrümmte Röhren von Glas erscheinen in dem Gemenge, Feldspathleisten nur vereinzelt.

Die rothe Varietät kommt anstehend in demselben Thale vor. Dieser Bimssteintuff scheint, nach Dr. Stübel, eine der oberflächlichsten Ablagerungen zu sein. Er unterscheidet sich hauptsächlich vom vorhergehenden dadurch, dass ihm die grossen weissen Bimssteinstücke fehlen. Feinfaseriger rother Bimsstein ist aber in kleinen Stücken vorhanden. Die Härte dieses Tuffes ist auch nicht so gross, er lässt sich mit den Fingern zu einem feinen Pulver zerreiben. Er setzt sich aus Glas, Bimsstein, Quarz, Feldspath und Glimmer zusammen. Sechseckige Blättchen des letzteren sind oft mit dem blossen Auge wahrzunehmen.

Ferner liegen Stücke eines grau-braunen mürben Tuffes aus dem unteren Theil des Thales vor. Sie schliessen ebenfalls nur kleine Bimssteinstücke ein.

#### Kalktuff.

„Wenig unterhalb Yurac bei dem Dorfe La Calera,“ so bemerkt Dr. Stübel, „trifft man zunächst die Schichten der alten Sedimentformation, und da, wo die kleine Quelle steil abstürzt, um sich mit dem Rio Yura (Rio Palea?) zu vereinigen, befindet sich eine Ablagerung von Kalktuffen, welche Bildung ausschliesslich der warmen Quelle zugeschrieben werden muss. Die Ablagerung mag wohl an 30 Meter mächtig sein.“ Dieser Kalktuff ist eine gelblich-braune, poröse, ziemlich harte Masse von fein-oolithischer Structur.

#### b) Die alte quarzführende Bimssteintuff-Formation von Arequipa.

Zu dieser Formation, welche wohl der Tuff-Formation von Yurac äquivalent ist, rechnet Dr. Stübel die Schichten, die sich von Arequipa bis zum Fuss des Misti erstrecken. Er theilt sie in zwei Abtheilungen, in eine obere und eine untere. Der petrographische Charakter derselben ist aber nicht verschieden.

Der graue feinkörnige Tuff ist mit massenhaften Bruchstücken von Quarz und Feldspath erfüllt. Durch Verkieselung hat derselbe eine sehr harte Beschaffenheit erlangt und in Folge dessen erscheint er stellenweise ganz dicht und porcellanartig. Ausser den Bruchstücken von Feldspath und Quarz wurden im Dünnschliff auch Glimmer,

Hornblende und Magnetit beobachtet. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen dem Quarz zu fehlen.

Der Gehalt an löslicher  $SiO_2$  ist, wie zu erwarten war, sehr hoch: in kochender Kalilauge lösten sich 21.09 Procent. Die Kieselsäure ist wahrscheinlich zum grössten Theile als Chalcedon vorhanden. Derselbe zeigt sich unter dem Mikroskope als eine feinfaserige farblose Substanz, welche die Hohlräume im Gestein umrandet und die Räume zwischen den schlauch- und röhrenförmigen Bimssteinbruchstücken ausfüllt. Derselbe stammt, aller Wahrscheinlichkeit nach, von kieselsäurehaltigen Quellen, welche fast überall in vulcanischen Gegenden vorhanden sind. Beweisend für das Vorhandensein von solchen Quellen sind Stücke von einem schneeweissen bis gelblich-weissen undurchsichtigen Kieselsinter (Kascholong), welcher als neue Bildung auf Klüften der Tuffe vorkommt.

Eine ganz ähnliche Tuff-Formation bedeckt in mächtigen Ablagerungen das Hochplateau von Vincocaya, östlich von der Vulcangruppe gelegen, welches sich, nach einer Angabe Dr. Stübel's, circa 4400 Meter über das Meer erhebt.

#### c) Der ältere Quarzit von Yurac.

„Wenig unterhalb der Bäder findet sich in dem Thale von Yurac eine ältere Sedimentformation, welche den vulcanischen Tuffen zur Unterlage dient. Diese Formation charakterisirt sich hier in scharf markirten Quarzitbänken von wenigen Fuss Dicke. Es scheint die kohlenführende Formation von Titicaca zu sein. Bei der Station Canahuo ist auch ein Kohlenflötz bearbeitet worden.“ Stücke von diesem lichtbraunen, feinkörnigen Quarzit liegen ebenfalls vor. Die mikroskopische Untersuchung constatirte das Vorhandensein von Körnchen und Fragmentchen von Zirkon, Rutil, Turmalin und Glimmer.

### Schlusswort.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst worden.

Die Vulcangruppe von Arequipa besteht aus 6 selbständigen Kratern, welche in geringer Entfernung von einander nördlich von der Stadt Arequipa gelegen sind. Die drei grössten und bedeutendsten derselben, nämlich die Vulcane Misti, Pichupichu und Charchani

scheinen auf einer gemeinsamen Spalte entstanden zu sein und haben ganz übereinstimmende Producte geliefert. Dieses sind alle quarzfreie Gesteine. Denselben zur Unterlage dienen ältere quarzhaltige Bimssteintuffe. Die in den Tuffen liegenden Quarzbruchstücke deuten auf die Anwesenheit, vielleicht in den Teufen der Vulcane, von quarzreichen Gesteinen. Als Andeutung solcher an Kieselsäure reicherer Gesteine sind die in den Tuffen vorkommenden sauren Glasgesteine: Sphärolithfels etc., anzusehen. Noch älter als die Tuffe ist der Quarzit von Yurac, welcher wahrscheinlich auch Kohlenflütze führt. Südlich von Arequipa bestehen die Höhen aus quarzhaltigen altkrystallinischen Gesteinen.

Die jüngeren Laven der genannten Vulcane, welche grösstentheils glasreich sind, gehören ohne Ausnahme zu der Gruppe der quarzfreien Andesite. Nirgendwo tritt Basalt auf, wenn auch vereinzelte Andesite spärlich Olivin führen.

Die Andesite enthalten einen Andesin von annähernd der Zusammensetzung  $Ab_1 An_1$  (mit etwa  $55^\circ\text{--}57^\circ SiO_2$ ) und eine oder mehrere der Minerale: Hornblende, Augit, Hypersthen, Biotit. Die Hornblende tritt selten unangeschmolzen auf: meist ist die Wiedereinschmelzung so weit fortgeschritten, dass nur wenig von der ursprünglichen Hornblendesubstanz übrig geblieben ist, oder sie bewirkt endlich das vollständige Verschwinden derselben. Hand in Hand mit der Auflösung der Hornblende geht eine Zunahme an Pyroxen und Magnetit, so dass eine scharfe Trennung der Andesite in Hornblende-Andesit und Pyroxen-Andesit nur für die beiden Endglieder dieser Reihe Giltigkeit hat.

Hypersthen scheint in den Andesiten der Anden sehr verbreitet zu sein, und zwar erscheint er entweder allein oder in Begleitung von schwach pleochroitischem Augit. Der erstere ist nicht in allen Fällen stark pleochroitisch; anderseits kommt auch ziemlich stark pleochroitischer Augit vor. Das einzige vertrauenswerthe Unterscheidungsmittel zwischen dem rhombischen und dem monoklinen Pyroxen besteht in der Bestimmung der Lage der optischen Axen, was, wie gezeigt wurde, sich nur dann zuversichtlich ausführen lässt, wenn die Krystalle gut ausgebildet sind und im Querschnitt den Winkel der beiden Prismenflächen messen lassen.

Die Pyroxen-Andesite sind häufig mit Kieselsäure in der Form von Hyalith oder Opal imprägnirt, was natürlich den Procentsatz der

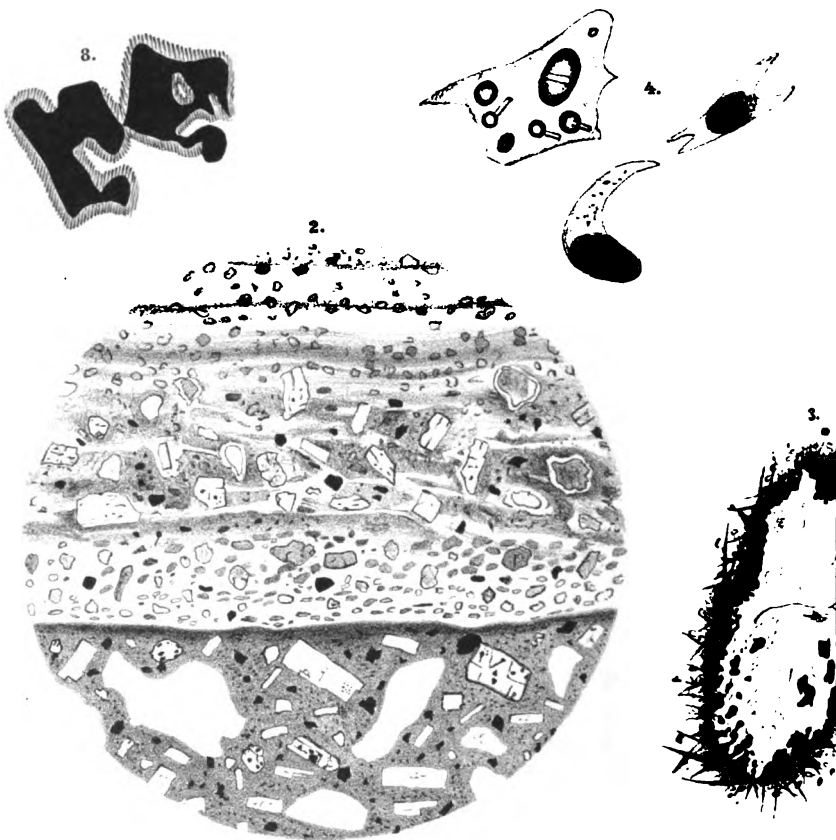
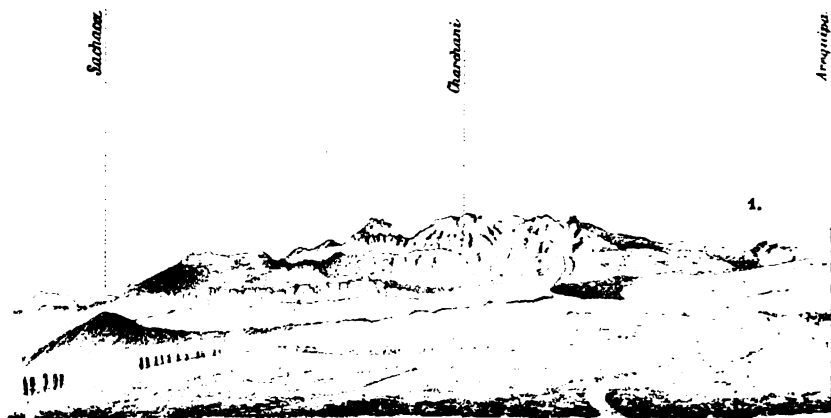
gesamten Kieselsäure um ein bedeutendes erhöht. Diese Durchkieselung hat bisweilen in der Weise stattgefunden, dass man weder mit dem blossen Auge, noch durch Anwendung des Mikroskops im Stande ist, die Anwesenheit von freier Kieselsäure zu constatiren; in solchen Fällen gibt nur das Ausziehen mit Kalilauge darüber Aufschluss. Weitere Untersuchungen nach dieser Richtung müssen das genauere Verhältniss der freien Kieselsäure und die Löslichkeit der Silicate in Kalilauge feststellen.

Mineralogisches Universitäts-Institut Bonn, December 1885.

### Erklärung der Tafel VII.

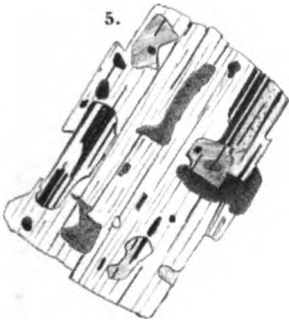
- Fig. 1. Ansicht der Vulcangruppe von Arequipa nach einer Skizze von Dr. Stübel.
- „ 2. Augit-Hypersthen-Andesit vom Misti mit einer Schicht von Kieselsinter, welche mit kleinen, häufig von Chaledon umrandeten Mineralbruchstücken erfüllt ist, was derselben u. d. M. stellenweise ein gesteinhähnliches Aussehen verleiht.
  - „ 3. Angeschmolzener Hornblendekrystall mit kleinen dunkelbraunen Nadelchen — jedenfalls ein Schmelzproduct — umgeben.
  - „ 4. Glaseinschlüsse im Feldspath.
  - „ 5. Glimmerquerschnitt mit Plagioklaseinschlüssen.
  - „ 6. Längsschnitt eines Augitkrystalls mit eingeschalteten Lamellen eines eisenreicheren Augits.
  - „ 7. Eingeschmolzener Hornblendekrystall mit neugebildeten Feldspathleistchen und Magnetitkörnchen.
  - „ 8. Querschnitte eingeschmolzener schwarzgewordener Hornblendekrystalle mit einem Kranz von lebhaft polarisirendem faserigem Augit.
  - „ 9. Querschnitt eines eingeschmolzenen Hornblendekrystalls, umgeben von neugebildetem grünem Augit.





Mantel

Papierstein







## XIX. Notiz.

### Zinnober von Nikitowka.

Vor Kurzem übersandte mir Herr R. Prendel, Privatdocent an der Universität zu Odessa, lose Krystalle von Zinnober, welche durchschnittlich eine Länge von ungefähr 2·5 Millimeter zeigen. Nach der Angabe des Herrn Einsenders rühren die Krystalle von der im Jahre 1879 entdeckten Zinnoberlagerstätte im Bachmunter Bezirke des Gouvernements Ekaterinoslaw her. Diese Lagerstätte ist in der Nähe der Azow'schen Eisenbahnstation Nikitowka entwickelt. Der Zinnober durchdringt daselbst den Calamiten führenden Quarzsandstein der Donetzer Kohlenformation und ist an einigen Stellen innig mit Bleiglanz verbunden.

Die Krystalle sind, wie Herr Prendel richtig bemerkte, Durchdringungszwillinge nach dem Gesetze: Zwillingssebene die Basis, also Zwillingsaxe die Hauptaxe. Die Oberfläche der Krystalle ist nicht so stark glänzend, wie jene der aufgewachsenen Krystalle anderer Fundorte. Bisweilen ist die Oberfläche fast matt oder staubig, die Krystallflächen sind oft uneben, wellig oder gerieft. Die Unvollkommenheit des Glanzes rührt zum Theil daher, dass die Krystalle in einer Matrix eingeschlossen waren, zum anderen Theile daher, dass dieselben nicht reiner Zinnober sind, vielmehr eine Beimengung von Thon und Quarz enthalten. Erhitzt man die Krystalle im offenen Tiegel, so hinterbleibt ein zartes Skelet von Thonpartikelchen, welche oft durch Quarzfäden verbunden sind. Hieraus ist zu schliessen, dass diese Krystalle ursprünglich in einem Thon eingeschlossen waren, aus welchem dieselben abgeschlammmt wurden.

Die herrschenden Flächen sind  $a = \pi(10\bar{1}1) = R$  und  $n = \pi(20\bar{2}1) = 2R$ . Der Winkel  $a:a$  in der Verticalzone wurde zu  $74^\circ 19'$  bestimmt, während die Rechnung  $74^\circ 11' 30''$  ergibt.<sup>1)</sup> Die Messung des Winkels  $a:n = 10\bar{1}1:20\bar{2}1$  lieferte  $16^\circ 22'$  gegenüber dem berechneten von  $16^\circ 23' 5''$ . Ebenso stimmte der Winkel  $a:n$ , in der Zone  $a \times n$ , also  $10\bar{1}1:02\bar{2}1$ , welcher  $80^\circ 45'$  gefunden wurde, mit dem berechneten von  $80^\circ 50' 30''$  nahe überein. Die Flächen  $a$  sind glatter als die Flächen  $n$ . Auf den  $a$ -Flächen sind öfters Treppen und wellige Unebenheiten zu bemerken, welche durch den Wechsel von  $a$  und  $n$  hervorgebracht werden.

An mehreren Krystallen sind schmale Flächen  $x$  in den Zonen zwischen  $a$  und  $n$ , wahrzunehmen. Für eine solche Zone  $10\bar{1}1:02\bar{2}1$  ergibt sich das Zonensymbol  $(\bar{2}1\bar{3}2)$  und hieraus für  $x = h:k:l$  die Bedingung  $2h = i + 2l$ . Der Winkel der anliegenden Flächen  $a$  und  $x$ , welcher allerdings wegen Unvollkommenheit der letzteren Fläche nicht genau ermittelt werden konnte, wurde zu  $21^\circ 40'$  bestimmt, welche Zahl nach Berücksichtigung jener Bedingung für  $x$  die Indices  $42\bar{6}3$  ergibt.

<sup>1)</sup> Die Winkel sind der Arbeit von Mügge über den Zinnober von Almaden (Jahrb. f. Min. 1882. II. 29) entnommen. Die Bezeichnung folgt meinem Lehrbuche, in welchem daran festgehalten wird, für paralleleflächige Hemiedrien  $\pi$ , für geneigtflächige  $\times$  zu schreiben.

Diese fordern für den Winkel  $\alpha$  den Werth  $21^\circ 30' 24''$ . Die Fläche  $x$  entspricht sonach einem Skalenöeder  $\pi(42\bar{6}3) = \frac{2}{3}R^2$ , ist jedoch in Anbetracht der Tetartoedrie des Zinnobers als Trapezoöder  $x.\pi(42\bar{6}3) = \frac{2P^2}{4}$  aufzufassen.

Die Vertheilung der Trapezoöderflächen ist meistens eine unregelmässige, so dass ein eigentlich tetartoödrischer Habitus, wie in Fig. 1, selten ist und nur wie eine zufällige Ausbildung erscheint. In vielen Exemplaren ist der eine Einzelkrystall

Fig. 1.

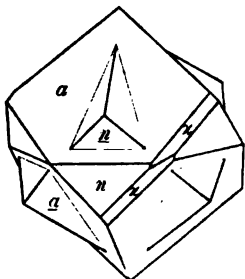


Fig. 2.

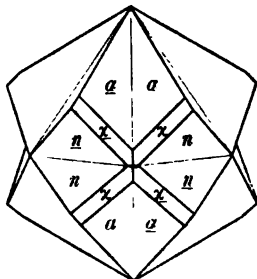
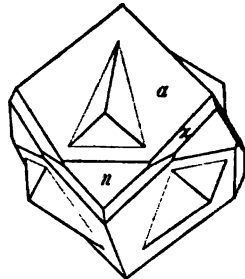


Fig. 3.



kleiner, als der andere; dann zeigt gewöhnlich nur der grössere die Trapezoöderflächen deutlicher. Manche Exemplare bieten diejenige Vertheilung der Flächen  $x$  dar, nach welcher der Zwilling als die Verwachsung eines rechten mit einem linken Einzelkrystall erscheint (Fig. 2). Die gewöhnliche Vertheilung ist aber diese, dass am selben Einzelkrystall die Flächen  $x$  sowohl zur Rechten, als zur Linken auftreten (Fig. 3). Dort, wo  $x$  nicht deutlich ist, verräth sie sich durch Reflexion in der treppenartigen Riefung oder welligen Krümmung der  $a$ -Flächen parallel zu den Kanten  $a:x$ . Diese Riefung ist aber zur Linken und zur Rechten in gleicher Art ausgebildet. In allen diesen Fällen sind also schon die Einzelkrystalle keine einfachen, sondern Zwillingsskrystalle, und zwar symmetrische Durchdringungszwillinge eines rechten und eines linken Individuums nach dem Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche des verwendeten Prisma  $\infty P2$ .

Die optische Untersuchung war in Folge der thonigen Beimengung, welche eine Trübung in den Blättchen verursachte, erschwert. Zur Hauptaxe senkrechte Blättchen zeigen meistens die Airy'schen Spiralen oder das einfache Kreuz, blos hie und da an unregelmässig vertheilten Punkten die einfache Quarzfigur mit den Kennzeichen der Rechts- oder der Linksdrehung. Daraus ist zu schliessen, dass zumeist eine Mischung von Rechts- und von Links-Zinnober vorhanden sei und dies macht auch die meist unregelmässige Vertheilung der Trapezoöderflächen begreiflich. Es gelang mir nur ein einziges Mal, in einem Schnitte, welcher durch einen Krystall von der Ausbildung Fig. 1 geführt war, an der Stelle, wo die Fläche  $x$  liegt, die Rechtsdrehung deutlich zu erkennen. Daraus ergibt sich, dass einfache Krystalle, an deren oberem Theile die Fläche  $x$  an der rechten Seite von  $a$  liegt, rechtsdrehende sind.

Tschermak.

## Literatur.

- D'Achiardi A.: Tormalinolite del Bottino nelle Alpi Apuane. — Proc. verb. d. Soc. Tosc. di Sc. Nat. 1885.
- Derselbe: Diabase e diorite dei Monti Terricio e di Riparbella (Prov. di Pisa). — Ebenda.
- Derselbe: Della trachite e del porfido quarziferi di Donoratico presso Castagneto nella provincia di Pisa. Mit II Taf. — Atti d. Soc. Tosc. di Sc. Nat., VII. 1885.
- Arzruni A.: Unters. einig. granitischer Gesteine des Urals (Beresit). — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1885.
- Bauer M.: Beitr. z. Mineralogie. IV. Reihe: 8. Ueb. Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit. — N. Jahrb. f. Min. 1886. I.
- Baumhauer R.: Ueber den Kryolith. M. I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XI. 2. 1885.
- Derselbe: Ueber die mikroskop. Beschaffenheit eines Buntkupfererzes von Chloride, New-Mexico. Mit I Taf. — Bemerkungen üb. d. Boracit. — Ebenda, X. 5. 1885.
- Beckenkamp J.: Aenderungen a. d. Erwärmungsvorrichtung des Goniometers. — Tagblatt d. 58. Vers. d. Naturforscher und Aerzte in Strassburg 1885.
- Becker G.: Notes on the stratigraphy of California. — Bull. Unit. States Geol. Survey 1885, 19.
- Derselbe: The relations of the Mineral Belts of the Pacific Slope to the Great Upheavals. — Am. Journ. Sc. XXVIII.
- Derselbe: Impact friction and faulting. — Ebenda, XXX, 1885.
- Derselbe: Geometrical form of volcanic cones and the elastic limit of lava. — Ebenda.
- Derselbe: A theorem of maximum dissipativity. — A new law of thermo-chemistry. — Ebenda, XXXI. 1886.
- Bertrand E.: Sur un nouveau réfractomètre — Nouvelle disposition du microscope permettant de mesurer l'écartement des axes optiques et les indices de réfraction. — Bull. Soc. Minéralog. de France. 1885.
- Berwerth F.: Der Boden Siebenbürgens. Eine geol. Skizze. — V. Jahrb. d. Siebenbg. Karpathenvereines 1885.
- Blaas J.: Ueber die Glacialformation im Innthale, I. — M. II Taf. — Ferd. Zeitschr. IV. Folge, 29. Heft. Innsbruck 1885.
- Böhm A.: Die alten Gletscher der Enns und Steyr. M. II Taf. — Jahrb. d. k. k. geol. E.-A. 35. B., III. 1885.
- Breñosa R.: Una macia de yeso. — Act. d. l. Soc. Españ. d. hist. nat. Madrid 1885.
- Bréon R.: Notes pour servir à l'étude de la Géologie de l'Islande et des Iles Fœroe. — Paris, Lahure 1884.
- Bücking H.: Gebirgsstörungen südwestlich vom Thüringer Wald. M. I T. — Jahrb. d. k. preuss. geol. L.-A. 1884. Berlin 1885.
- Bunsen R.: Flammenreactionen. M. I Tabelle u. I T. — Heidelberg, Koester, 1886.
- Busatti L.: Schisti a glaucofane della Corsica. — Soc. Tosc. d. Sc. Nat.; Proc. 1885.
- Derselbe: Nota su di alcuni minerali Toscani (Baryt v. Caprillone — Eisenglanz-Zwillinge — Chlorit v. Bottino — Quarz — Gyps — Pyrolusit — Magnetit u. Epidot). — Ebenda, Atti VII.

- Cathrein A.: Umwandlungen der Granaten in Amphibolschiefern der Tiroler Centralalpen. M. I T. — Zeitschr. f. Kryst. X. 5. 1885.
- Derselbe: Neue Flächen am Adular. M. 4 Fig. — Ebenda XI. 2.
- Derselbe: Ueber die Verbreitung umgewandelter Granaten in den Oetzthaler Alpen. — N. Jahrb. f. Min. 1886. I.
- v. Chrustschoff K.: Ueber den Granit des Mte. Mulatto, Predazzo. M. I T. — Ebenda, 1885, II.
- Derselbe: Note sur une hypérite a structure porphyrique de l'Amérique. — Bull. Soc. Min. de France, 1885, I.
- Derselbe: Note sur quelques verres basaltiques. M. I T. — Ebenda, 2.
- Derselbe: Sur un nouveau type de pyroxène. — Ebenda, 3.
- Derselbe: Note sur la granite variolitique de Craftsbury en Amérique. — Ebenda, 5.
- Derselbe: Note sur une roche basaltique de la Sierra verde (Mexique). M. I T. — Ebenda, 8.
- Derselbe: Sur l'analyse spectral appliquée aux études microminéralogiques. M. I T. und 3 Fig. — Ebenda, 1884.
- Credner H.: Die geolog. Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen (Herbst 1885). M. 1 Karte. — Leipzig 1885.
- Cross Whitman u. W. T. Hillebrand: Contributions to the Mineralogy of the Rocky Mountains. M. I T. — Bull. of the U. S. Geological Survey 1885, 20.
- Dana E. S.: A crystallographic study of the Thinolite of Lake Lahontan. M. III T. — Ebenda, 12.
- Derselbe und S. L. Penfield: Mineralogical Notes (Hanksite — Artific. crystall. Lead Silicate). — Am. Journ. Sc. XXX. 1885.
- Doelter C.: Ueber die künstliche Darstellung einiger Mineralien aus der Gruppe der Sulfide und Sulfosalze. — Zeitschr. f. Kryst. XI. 1. 1885.
- v. Ebner V.: Die Lösungsflächen des Kalkspathes u. d. Aragonites. Fortsetzung und Schluss. M. VI T. — Sitzb. d. k. Ak. d. W., XCI. B. 1885.
- Emmons S. F. und G. F. Becker: Geolog. sketches of the precious metal deposits of the Western United States, with notes on lead smelting at Leadville. M. II T. — Washington 1885.
- Evans J. T.: The chemical properties and relations of Colemanite. — Bull. California Academy Sc. 1885, 2. San Francisco.
- v. Foullon H. B.: Ueber die Krystallform des Barythydrat und Zwillinge des Strontianhydrat. M. I T. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 35. B. IV. 1885.
- Fugger E. und C. Kastner: Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. Mit 12 Textillustrationen und II Tafeln. — Salzburg, H. Kerber, 1885.

In diesen Beiträgen zur naturwissenschaftlichen Landeskunde Salzburgs bieten die beiden um die Durchforschung dieses Kronlandes sehr verdienten Autoren eine Reihe von Aufsätzen dar, welche neben einer Fülle von neuen, interessanten geologischen und paläontologischen Beobachtungen auch schon Bekanntes in dankenswerther Zusammenstellung enthalten und zu einem Gesamtbilde vereinigen.

Von dem Inhaltsreichthume mögen die Titel der einzelnen Abhandlungen Zeugnis geben: Salzburger Scheelite. — Geologie der Stadt Salzburg. — Spuren der Eiszeit im Lande Salzburg. — Die Steinbrüche von Berghem und Muntigl. — Der Glaserbach bei Salzburg. — Geologische Wanderung über Grubbach ins Lammerthal. — Die Petrefacten des Untersberges. — Bodentemperaturen im Leopoldskronmoore.

Heinrich Wichmann.

Genth F. A.: Contributions to Mineralogy (Tin and assoc. Minerals — Joséite and Tetradymite — Seleniferous Galenobismutite — Argentobismutite (Silberwismuthglanz) — Cosalite — Schirmerite and Beegerite — Tetrahedrite, Sylvanite — Polybasite — Arsenopyrite and Scorodite — Alteration of Magnesian limestone from Berks Co., Pa. — Ilmenite from Carter's Mine, N. C.; Oligoclase — Topaz from Stoneham, Maine — Orthoclase from French Creek, Chester Co., Pa. — Muscovite, pseudomorphous after Nephelite? — Stilpnomelane pseudomorphs, Ankerite — Calamine — Titanite — Vanadinite — Annabergite — Dr. Clemens Winkler and Herderite). — Americ. Philos. Soc. 1885.

Derselbe und G. vom Rath: Ueber Vanadate und Jodsilber von Lake Valley, Donna Anna County, New-Mexiko. M. I T. — Zeitschr. f. Kryst. X. 5. 1885.

v. Groddeck A.: Ueber das Vorkommen von Quecksilbererzen am Avala-Berge bei Belgrad in Serbien. M. I T. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinen-Wesen. XXXIII.

Groth P.: Die Minerallagerstätten des Dauphiné (Axinit, Epidot, Anatas). — Sitzb. d. k. bayer. Ak. d. W. 1885, 4.

Hague A. and J. P. Hiddings: On the development of crystallization in the igneous rocks of Washoe, Nevada, with notes on the geology of the district. — Bull. U. S. Geolog. Survey. 1885, 17.

Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie u. Paläontologie — Encyclopädie. II. Abth. 33. Liefg. Breslau, Trewendt 1885.

Die vorliegende 11. Lieferung des „Handwörterbuches“ bringt als mineralogische Beiträge des Herausgebers Kenngott die reich illustrierten Aufsätze: „Silicate“, „Sklerite“, „Sulfate“, ausserdem „Systematik der Minerale“; ferner von Dr. Fr. Rolle „Silursystem“, „Spongien“, „Tertiärsystem“, „Tiefseebildung“ und „Triassystem“. — Die Beiträge dieser Abtheilung, welche sich ihrem baldigen Abschlusse nähert, bekunden wieder die vielen, oft hervorgehobenen Vorzüge.

H. Wichmann.

Haushofer K.: Mikroskopische Reactionen. — Braunschweig, Vieweg 1885.

Hatle, Dr. Eduard: Die Minerale des Herzogthums Steiermark. — Graz, Leuschner und Lubensky, 1885.

Die Reihe der neueren mineralogisch-topographischen Nachschlagebücher für die einzelnen Kronländer der österreichischen Monarchie hat durch das vorliegende Buch eine willkommene Vermehrung gefunden; denn seit dem Erscheinen des II. Theiles von Zepharovich's Mineralogischem Lexikon (1873) entbehrt die Literatur einer Uebersicht der in der Zwischenzeit gemachten neuen, oft reichen Funde.

Der Verfasser unterzog sich nun der Aufgabe, auf Grundlage der reichen Sammlung des naturhistorischen Museums am Joanneum und der in zahlreichen Abhandlungen zerstreuten Notizen die der Literatur schon bekannten mit einer

grossen Zahl neuer, eingehend beschriebener Vorkommen, deren Kenntniss nicht zum geringen Theile dem Mitwirken der steiermärkischen Lehrerschaft zu danken ist, zu einem Mineralogischen Lexikon für Steiermark zu vereinigen.

Das Buch, welches sich durch viele Vorzüge, so als erwünschte Neuerung durch die Aufnahme dergesteinsbildenden (mikroskopisch vorkommenden) Minerale auszeichnet, wird daher allgemein willkommen sein. In der Anordnung des Stoffes folgte der Verfasser dem Lehrbuche der Mineralogie von G. Tschermak.

Ein ausführliches Sachregister, welches das Aufsuchen sehr erleichtert, ein Ortsregister, das eine genauere Orientirung der Fundorte gibt, und die klare Darstellung machen das Buch sehr empfehlenswerth und sichern ihm eine weite Verbreitung.

H. Wichmann.

Hirschwald J.: Das Mineralogische Museum der königl. Technischen Hochschule Berlin. Ein Beitrag zur topographischen Mineralogie, sowie ein Leitfaden zum Studium der Sammlungen. Mit I Grundrissplan der Sammlung. — Berlin, Friedländer & Sohn, 1885.

Bei Abfassung dieses Buches leitete den Verfasser vor Allem die Absicht, den Studirenden an der Technischen Hochschule einen Leitfaden zur Benützung der Sammlung an die Hand zu geben. Zu diesem Zwecke ist nicht nur bei jeder Species eine allgemeine Charakteristik derselben in kurzen Worten und mit zum Theil neuen Zeichen (für die Art der Spaltbarkeit, Lage der optischen Axen, etc.) gegeben, sondern es ist auch auf die besonderen Erscheinungen, welche jede ausgestellte Stufe bietet, aufmerksam gemacht; bei Angabe des Fundortes gibt eine kurze Notiz über das geologische Vorkommen Aufschluss. Auf diese Weise erhält der Studirende ein möglichst vollkommenes Bild sowohl von den einzelnen Vorkommen, als auch von der Gattung selbst.

Dem Katalog, wie der Aufstellung der Sammlung hat der Autor ein „Minerogenetisches System“ zu Grunde gelegt, in welchem die Minerale nach ihren elektropositiven Bestandtheilen, nach den Metallen oder Basen, angeordnet sind. Dadurch wird besonders dem technischen Unterrichte Rechnung getragen, indem die Minerale gleicher technischer Verwendbarkeit zusammengefasst sind, wohl auch die Entstehung und das Zusammenvorkommen auf gemeinsamer Lagerstätte zum Ausdruck gebracht; freilich entstehen dann Unnatürlichkeiten, da z. B. ausser dem, dass die Silicate als eigene Classe abgetrennt sind, doch bei den Manganmineralen der Rhodonit und Bustamit — dem Pyroxen verwandte Minerale — bei den Eisenmineralen der Hisingerit und Sordawalit aufgeführt sind, während andererseits der Wollastonit, das einfache  $\text{CaSiO}_3$ , trotzdem dass er überall mit Kalk vorkommt, bei den Kalkmineralen fehlt.

An die Minerale schliesst sich der Katalog der geologischen Sammlung, welche zweckmässig nach Formationen geordnet zur petrographischen Charakteristik der Schichten fast durchgängig Gesteine deutscher Vorkommen enthält. Als Anhang folgt ein Verzeichnis der Gesteine des Gotthard-Tunnels, welche selbstständig aufgestellt, durch ein geologisches Profil unterstützt, als interessantes Beispiel eines alpinen Gebirgsbaues zum Studium vorzüglich geeignet erscheinen.

So dürfte das Buch durch das reichhaltige Material und die geschickte Anordnung desselben nicht nur den Lernenden von grossem Nutzen sein, sondern auch, namentlich durch die Zusammenstellung auf pag. 159 und ff., wirklich als ein Beitrag zur topographischen Mineralogie auch dem Fachmanne willkommen sein, besonders wenn einige topographische Fehler einer Correctur unterzogen werden würden, was ja bei einer weiteren Ausgabe zu erwarten ist.

H. Wichmann.

Van Hise C. R.: Enlargements of Hornblende fragments. M. 5 Fig. — Am. Journ. Sc. XXX, 1885.

Igelström L. J.: Hillangsite, nouveau minéral de la mine de fer de Hillang, paroisse Ludvika, gouvernement de Delarne (Suède), — Bull. Soc. Min. de France 1884.

Derselbe: Xanthoarsénite, nouveau minéral de Sjögrufvan, paroisse de Grythyttan Gouvernement d'Orebro (Suède). — Ebenda.

Derselbe: Manganoxidul-arseniat från Långvik, Grythytte socken, Örebro län.

Judd J. W.: On the tertiary and older Peridotites of Scotland. M. IV T. — Quart. Journ. Geolog. Soc. 1895.

Kalkowsky E.: Elemente der Lithologie für Studierende bearbeitet. — Heidelberg, O. Winter 1885.

Kenngott A.: Nephrit v. Jordansmühl in Schlesien. Magnetismus des Tigeranges. Topas von Ouro preto. — Ueber Priceit, Colemanit und Pandemit. — N. Jahrb. f. Min. 1885. I.

Küch R.: Petrographische Mittheilungen aus den südamerikanischen Anden. M. 2 Holzschn. — Ebenda. 1896. I.

v. Lasaulx A.: Einführung in die Gesteinslehre. Ein Leitfaden für den akademischen Unterricht und zum Selbststudium. Breslau, E. Trewendt 1886.

Die vorliegende Schrift ist eines der letzten literarischen Erzeugnisse des vor Kurzem in Bonn so plötzlich, in der Vollkraft des Schaffens hingediehenen Verfassers.

Der überaus reichhaltige Stoff, der sich hier auf den engsten Raum zusammengedrängt findet, macht es begreiflich, dass seine Behandlung nur eine flüchtige sein kann; es lassen sich in solchem Falle gegen Auswahl und Anordnung immer einige Bedenken anführen.

Das Büchlein erscheint zunächst geeignet, als Repetitorium von Vorlesungen zu dienen, welche sich freilich daran anschliessen, dasselbe erläutern und ergänzen müssten; der Verfasser hatte es jedenfalls in erster Linie für seine Schüler bestimmt und da wird es auch seinen Zweck am vollständigsten erfüllt haben.

Auf alle Fernerstehenden wird dasselbe mehr anregend als belehrend, anregend jedoch in reichem Masse wirken, insofern der Verfasser die neueste Literatur benützt und zum Theile aufgeführt und fast sämtliche der petrographischen Tagesfragen in Berücksichtigung gezogen hat. Aus eben dem Grunde ist das Werkchen, zumal bei dem billigen Preise und der anziehenden Schreibweise, jedem gebildeten Laien, der sich über den heutigen Stand der wissenschaftlichen Petrographie orientiren will, recht anzuempfehlen, erschöpfende Belehrung wird er natürlich davon nicht erwarten.



Aber auch jene Studirenden, die sich eingehender mit Petrographie beschäftigen wollen und deren Studium daher weit über den Rahmen des hier Gebotenen hinausgehen muss, werden neben den ausgezeichneten, classischen Werken von Zirkel, Rosenbusch und Roth, dem schönen Bilderwerke von Cohen, der ausführlichen guten Lithologie von Kalkowsky u. s. w., welche dazu dienen, ihr Studium zu vertiefen, gerne auch Büchlein, wie die vorliegende „Einführung“ zur Hand nehmen, welche zur Sichtung und Ordnung des Gelernten anleiten.

Kleine Inconsequenzen, die darin sich vorfinden, werden ihnen bald auffallen und im Gegentheile die beste Anregung sein, sich über die strittigen Punkte in den ausführlicheren Werken aufzuklären.

Wenn schliesslich hervorgehoben wird, dass die in Rede stehende Schrift eben deshalb, weil die darin befolgte Darstellungsweise so recht geeignet ist, die Eigenart des Verfassers wiederzuspiegeln, auch von solchen Fachgenossen, die nicht gerade daran denken, ihr Wissen daraus zu bereichern, als Andenken an den Verewigten mit Interesse aufgenommen werden dürfte, so mag Alles gesagt sein, was der Schrift zum Lob und Tadel gereicht. M. Schuster.

Derselbe: Ueber das optische Verhalten und die Mikrostructur des Korund. M. 1 Taf. — Zeitschr. f. Kryst. X. 4. 1895.

Liebe K. Th.: Aus dem Zechsteingebiet Ost-Thüringens. — Jahrb. d. k. preuss. geolog. Landesanstalt f. 1884. Berlin 1885.

Liebisch Th.: Ueber die Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse doppelbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. M. 1 Holzschn. — N. Jahrb. f. Min. 1886. I.

Derselbe: Ueber die Totalreflexion an doppelbrechenden Krystallen. M. 1 Holzschn. — Ebenda. 1885, II.

Mallard E.: Sur l'isomorphisme des Chlorates et des Azotates et sur la vraisemblance de la quasi-identité de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées. — Bull. Soc. Min. de France 1884.

Minnigerode B.: Ueber Wärmeleitung in Krystallen. I. Theil. — N. Jahrb. f. Min. 1886. I.

Allgemeine Naturkunde. Das Leben der Erde und ihrer Geschöpfe. — Leipzig, Bibliographisches Institut. 1885.

Im Anschlusse an Brehm's Thierleben, welches sich durch die lebensvolle und künstlerisch naturwahre Darstellung in Wort und Bild bei Laien und Fachleuten eingebürgert hat, gibt die thätige Verlagsanstalt nach mehrjährigen Vorbereitungen eine Reihe von Werken heraus, welche unter obigem Titel zusammengefasst sind und sich mit dem „Thierleben“ zu einem das gesammte Leben der Erde und ihrer Geschöpfe umfassenden Ganzen vereinigen. Die einzelnen Abtheilungen, von den berufensten Männern bearbeitet, werden von folgenden Werken gebildet: „Völkerkunde“ von Prof. Dr. Fr. Ratzel (3 Bände), „Der Mensch“ von Dr. J. Ranke (2 B.), „Pflanzenleben“ von Prof. Dr. A. v. Kerner (2 B.), „Erdgeschichte“ von Dr. M. Neumayr (2 B.)

H. Wichmann.

Penck A.: Zur Vergletscherung der deutschen Alpen. — Leopoldina, H. XXI, Halle 1885.

- Rammelsberg C.: Ueber die Oxyde des Mangans und Urans. — Sitzb. d. k. preuss. Ak. d. W. 1885, VI.
- Derselbe: Handbuch der Mineralchemie. Ergänzungsheft z. II. Auflage. — Leipzig, Engelmann 1886.
- vom Rath G.: Arizona. — Heidelberg, Winter, 1885.
- Derselbe: Quarze aus Burke County, Nord-Carolina. M. 1 T. — Zeitschr. f. Kryst., X. 5. 1885.
- Rethwisch E.: Beiträge z. mineralog. u. chemischen Kenntniss des Rothgiltigerzes. — Inaug.-Diss. (Göttingen) Stuttgart, 1885.
- Rosenbusch H.: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. II. Auflage. — Stuttgart 1885.
- Sandberger F.: Untersuchungen über Erzgänge. 2. Heft. Mit 4 lith. Tafeln. — Wiesbaden, Kreidel, 1885.

Auf das in vorliegender Zeitschrift, Bd. IV, pag. 460, angezeigte 1. Heft ist nun ein zweites gefolgt, in welchem die Ansichten des Verf. über die Bildung der Erzgänge zuerst in kürzerer Form an einigen Beispielen entwickelt werden, unter welchen die Zinnerzgänge etwas ausführlicher behandelt werden; letzteres deshalb, weil der Verf. die Zinnstein führenden Gänge als einen wichtigen Prüfstein seiner Ansichten betrachtet. Um die Anschauung, nach welcher die Bildung der Erzgänge der Mehrzahl nach durch Lateralsecretion erfolgt ist, weiter zu stützen, werden vielfach nicht nur Untersuchungen des Nebengesteines, sondern auch Analysen derjenigen Minerale, wie Glimmer, Augite etc., angeführt, welche die in Erzgängen angehäuften Schwermetalle in ursprünglichen Silicatverbindungen enthalten.

Der übrige Theil des Buches umfasst zwei Monographien, welche den Wenzelgang im Frohnbachthale bei Wolfach und die Erzgänge im Quellgebiete der Schwarzwälder Kinzig besonders im Witticher Thale behandeln. In beiden Fällen schliesst sich an die allgemeine Darstellung der Gänge und die genaue Beschreibung ihrer Producte eine theoretische Auseinandersetzung über die Ausfüllung der Erzgänge und zuletzt eine kurze Geschichte des Bergbaues in derselben Weise, wie im 1. Hefte bei der Schilderung des Hauptganges von Schapbach.

Alle diejenigen, welche sich für die Theorie der Erzgänge interessieren, werden auch den im 2. Hefte niedergelegten Studien gern ihre Aufmerksamkeit schenken.

T.

- Sauer A.: Mineralog. und petrograph. Mittheilungen a. d. sächsischen Erzgebirge. 1. Amorpher Kohlenstoff (Graphitoid in der Glimmerschiefer- und Phyllitformation des Erzgebirges 2. Perowakit von Wiesenthal. 3. Ueber die Leucitophyre von Wiesenthal und die Pseudomorphosen nach Leucit in denselben. M. 10 Fig. — Zeitschr. der d. geol. Ges. 1880.
- Scacchi E.: Contribuzioni mineralogiche II.: Idrogiobertite, n. sp. — Aragonite metamorizzata — Fluorite die una lava vesuviana — Leucite metamorizzata in ortoclasia vitrea. — Rend. R. Ac. d. Sc. Fis. e. Mat. di Napoli 1885.
- Schalch F.: Beitrag zur Mineralogie des Erzgebirges (Prehnit v. Globenstein, Rittersgrün etc. — Kieselzinkerz und Braunsparth nach Kalksparth — Martit — Eisenmohr.) — N. Jahrb. f. Min., IV. Beilage B.

- Schmidt C.: Geologisch-petrographische Mittheilungen über einige Porphyre der Centralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine. M. II T. — Ebenda. 1885.
- Schmidt C. W.: Die Liparite Islands in geologischer und petrographischer Beziehung. M. IV T. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1885.
- de Schulten A.: Sur la production d'hydrate de magnésium cristallisé (brucite artificielle) et de l'hydrate de cadmium cristallisé. — Compt. rend. 1885.
- Derselbe: Reproduction artificielle de la strengite. — Ebenda.
- Schrauf A.: Ueber die Azimuthdifferenz doppeltgebrochener Strahlen. Beobachtungen am Calcit. M. 2 Fig. — Zeitschr. f. Kryst., XI. 1. 1885.
- Schröder M.: Erläuterungen zur geolog. Specialkarte des Königreiches Sachsen: Section Falkenstein, Blatt 144. — Leipzig 1885.
- Stadtländer C.: Beiträge zur Kenntnis der am Stempel bei Marburg vorkommenden Mineralien: Analcim, Natrolith und Phillipsit. — Inaug.-Diss. (Göttingen) Stuttgart 1885.
- Stelzner A.: Ueber Nephelinit vom Podhorn bei Marienbad in Böhmen. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 3<sup>6</sup>. Bd. II, 1885.
- Derselbe: Beiträge zur Geologie der Argentinischen Republik und des angrenzenden zwischen dem 32. und 33° S. B. gelegenen Theiles der chilenischen Cordillere. Zugleich I. Band der Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik. — Cassel u. Berlin. T. Fischer. 1885.
- Während des dreijährigen Aufenthaltes in der Argentina, hatte der Verf. Gelegenheit, nicht nur zahlreiche Ausflüge, sondern auch mehrere grössere Reisen in diesem Gebiete und der angrenzenden Cordillere auszuführen. Das Resultat dieser geologischen Recognoscirungstouren, wie der Verf. bescheiden seine mit grossen Mühen und mannigfachen Schwierigkeiten verbundenen Reisen bezeichnet hat, liegt nun in einem stattlichen Bande von 329 Seiten vor, welcher von einer Karte in Farbendruck, die sich als geologische Skizze von einem Theile der Argentinischen Republik präsentirt, und drei farbigen Profiltafeln begleitet ist. Das wissenschaftliche Publicum wird dem Herrn Verf. für diese Beiträge, welche die geologische Kenntnis eines bisher nur wenig durchforschten Landes ungemein erweitern, vielen Dank wissen und gleichzeitig anerkennen, dass der Bericht mit ebensoviel Vorsicht bei den eigenen Aufstellungen, als mit sorgfältiger Kritik der früheren Angaben vorgegangen ist. Für uns hat das Buch ein besonderes Interesse durch die ausführlichen petrographischen Beschreibungen, sowohl der älteren krystallinischen und porphyrischen Felsarten, als auch der mannigfaltigen jüngeren Eruptivgesteine, ausserdem aber durch die wichtigen Mittheilungen über Erzlagerstätten, endlich in den letzten Capiteln über die Lössformation, die Mineralquellen und über die geologischen Ereignisse und Bildungen der Gegenwart.
- T.
- Streng A.: Ueber eine neue mikroskop.-chemische Reaction auf Natrium. — Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, XXIV.
- Derselbe: Ueber einige mikroskopisch-chemische Reactionen. Fortsetzung. M. 6 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886 I.

- Svedmark E.: Om några svenska skapolitförande bergarter. — Geol. Föreningens i Stockholm Förh. VII.
- Derselbe: Om granitens och gneisens förhållande till hvarandra i trakten mellan Stockholm och Norrtelge. — Ebenda.
- Derselbe: Proterobas i södra och mellersta Sv-rige. — Ebenda.
- Tenne C. A.: Ueber Gesteine des Cerro de las Navajas (Messerberg) in Mexico. — Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 18<sup>o</sup>5.
- Derselbe: Cambrischer Sandstein mit Flussspath. — Ebenda.
- Traube H.: Ueber den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. — N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. II.
- Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Gabbros, Amphibolite und Serpentine des niederschlesischen Gebirges. — Inaug.-Diss. Greifswald. 1884.
- Vogt J. H. L.: Studier over slagget I. M. vielen Holzschn. — Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 9. Nr. 1. 1884.
- Walther J.: Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfs von Neapel und die Entstehung structurloser Kalke. — Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1885.
- Webster M.: Ueber Construction flacher Zonenbögen beim Gebrauch der stereographischen Kugel-Projection. M. 3 Fig. — Sitzb. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. 1886, III.
- Weibull M.: Mineralföreskomsten vid Vestra Silfberg. — Kongl. Vet.-Akad. Förh. 1884. Nr. 9.
- Derselbe: Om Olivingruppens mineral. — Ebenda, 1885.
- Derselbe: Om selenhaltig galenobismutit från Falu grufva. — Geol. Förening. Stockholm Förh. VII.
- Wells H. L. and S. L. Penfield: Gerhardtit and Artificial Basis Cupric Nitrates. M. 2 Fig. — Americ. Journ. Sci. XXX, 1885.
- Wiik F. J.: Mineralogiska och petrografiska meddelanden X. (Beryll u. Topas v. Ural-Epidot v. Pargas — Granit, Gneiss- u. Krystall. Schiefer). — Finska Vetensk.-Soc. Förh. XXVII.
- Williams G. H.: Cause of the apparently perfect cleavage in American Sphene (Titanite). — Amer. Journ. of Sc. 1885.
- Derselbe: Peridotites of the „Cortlandt Series“ on the Hudson River near Peekskill, N. Y. — Ebenda 1886.
- v. Wingard Fr. C.: Vesuvische Humite, Chondroit von Nyakopparberg und Humit von Ladugrufvan. Untersuchungen über ihre chemische Zusammensetzung. Directe Fluorbestimmung. — Fresenius, Zeitschrift f. analyt. Chemie XXIV. H. III.
- Wolff J. E.: Notes on the Petrography of the Crazy Mts, and other localities in Montana Territory. M. 1 Holzschn. — North. Transcont. Surv. 1885.
- Zaffauk J., E. von Orion: Die Erdrinde und ihre Formen. Ein geographisches Nachschlagebuch in lexicalischer Anordnung, nebst einem Thesaurus in 37 Sprachen. — Wien, Hartleben, 1885.
- v. Zepharovich V.: Mineralogische Notizen. I. Cerussit von Littai in Krain. II. Eine Pseudomorphose von Kallait (Türkis) nach Apatit aus Californien. M. 4 Holzschn. — Naturwiss. Jahrb. „Lotos“. 1884.

- Derselbe: Die Krystallformen einiger Kampfderivate III. M. 2 T. u. 7 Holzschn.  
Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abth. 1885.
- Derselbe: Orthoklas als Drusenmineral im Basalt. M. 1 Holzschn. — Ebenda.
- Zirkel F.: Elemente der Mineralogie; begründet v. C. F. Naumann. XII. Auflage.  
— Leipzig, Engelmann 1885.
- Zschau E.: Bemerkungen über den Quarz im Syenit des Plauenschen Grundes. —  
Festschrift d. „Isis“ 1885.
- Zuber R.: Die Eruptivgesteine aus der Umgebung von Krzeszowice bei Krakau.  
— Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 35. Bd. IV. 1885.
- .

## XX. Ueber den Albit vom Kasbék.

Von Dr. **Max Schuster.**

Die nächste Veranlassung zu den im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen bot eine den gleichen Gegenstand behandelnde Arbeit von C. Bärwald in Berlin, welche vor ungefähr zwei Jahren im VIII. Bande der Zeitschrift für Krystallographie, pag. 48—53 zur Veröffentlichung gelangte.

Der Albit vom Kasbék, welchen Herr Arzruni im August des Jahres 1878 aus Kaukasien mitgebracht hat, erregte seit jener Arbeit mein lebhaftes Interesse, nicht nur wegen der idealen Reinheit der Substanz, welche der vom Herrn Dr. Jaffé im anorganisch-chemischen Laboratorium der kgl. technischen Hochschule in Berlin damals vorgenommenen quantitativen Prüfung zufolge sich von jeder Spur Kali und Kalkerde frei erwies — sondern auch deshalb, weil die l. c. von Bärwald angegebenen optischen Verhältnisse bezüglich *M* allen theoretischen Anforderungen ebenso vollständig entsprachen, als sie bezüglich *P* sich im Widerspruche befanden mit der Theorie sowohl, wie mit allen jenen eigenen Beobachtungen, welche Plagioklase betreffen, die, wie der Schmirner Albit z. B., dem reinen Albit sich bereits ausserordentlich nähern.

In dieser Beziehung ist daran zu erinnern, dass in meiner Arbeit über die optische Orientirung der Plagioklase (diese Mittheil. Bd. III, pag. 237) nicht etwa aus einer Einzelbeobachtung, sondern aus der Summe aller Beobachtungen als das theoretisch wichtigste Ergebnis der Satz abgeleitet wurde, dass die Plagioklase

(und zwar speciell die reinen Kalknatronfeldspathe) nach ihrem optischen Verhalten eine Reihe von solcher Beschaffenheit bilden, dass jedem bestimmten Mischungsverhältnis der Grenzglieber ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht, welches sich nach Massgabe des Mischungsverhältnisses bald mehr dem Albit (als dem einen), bald mehr dem Anorthit (als dem anderen Endgliede) nähert.

Die Richtigkeit der Angaben Bärwald's und die Richtigkeit ihrer Deutung vorausgesetzt, wäre obiger Satz in der vorliegenden Fassung zu verwerfen, wie aus Folgendem hervorgeht.

Es wird nämlich damit die Erwartung ausgesprochen, dass die chemischen Grenzglieber in ihren optischen Eigenschaften gleichfalls an dem Ende der Reihe stehen, also dem Albit ebenso die grössten positiven, wie dem Anorthit die grössten negativen Werthe der Auslöschungsschiefen auf  $P$  und  $M$  zukommen müssen.

Beim Anorthit ist dieses erwiesenermassen der Fall; reine Anorthite hatte ich ja selbst zu untersuchen Gelegenheit.

Beim Albit war es nach den bisherigen Erfahrungen ebenfalls zu erwarten. Die Albite von Fusch und Schmirn, welche dem reinen Albit schon sehr nahe kommen, hatten mir thatsächlich auch die grössten Werthe der positiven Auslöschungsschiefe bezüglich der Kante  $P/M$ , nämlich  $+3^{\circ}54'$  auf  $P$  und  $+17^{\circ}54'$  auf  $M$  ergeben.

Während nun der von Bärwald für die Auslöschungsschiefe des Albites vom Kasbék auf  $M$  angegebene Werth von  $18^{\circ}41'$  nicht nur thatsächlich alle bisher von mir beobachteten Werthe übersteigt, sondern auch dem von mir nach dem Verlaufe der empirischen Curve, also nicht durch blosse Speculation, ermittelten theoretischen Werthe von  $19^{\circ}$  sich so vollständig nähert, als man es nur wünschen kann, weicht der für die Auslöschungsschiefe auf  $P$  von dem genannten Forscher mitgetheilte Werth von  $2^{\circ}19'$  vom theoretischen, den ich zu  $4^{\circ}30'$  ermittelt hatte, desto bedeutender ab; derselbe geht, was mir noch wichtiger erscheint, unter denjenigen, welcher an sämtlichen bisher untersuchten Albiten beobachtet wurde, weit hinab und fällt mit dem eines sehr gut charakterisirten Mittigliedes, des von mir so genannten Oligoklasalbites von Sobboth ( $2^{\circ}18'$ ) und Wilmington ( $2^{\circ}29'$ ), welchem, wie l. c. gezeigt wurde, das Mengenverhältnis  $Ab_8 An_1$  zukommt, nahezu vollständig zusammen. Angesichts dieses offenbaren Widerspruches befand ich mich vor der Annahme einer der folgenden Möglichkeiten:

a) Die allgemeine Fassung jenes theoretischen Satzes über das optische Verhalten der Kalknatronfeldspathe bedarf einer Abänderung.

b) Meine (und Des Cloizeaux's frühere und spätere) Daten bezüglich der Auslöschungsschiefen der zwischen Oligoklasalbit und Albit gelegenen Glieder der Reihe sind durchwegs zu gross gefunden worden.

c) Bärwald's Angabe ist unrichtig, sein Winkel zu klein.

d) Bärwald's Beobachtungen sind richtig, nicht aber ihre Deutung.

e) Endlich wären alle Schwierigkeiten auch dadurch zu beseitigen, dass man der Ansicht Des Cloizeaux's beistimmt, welche in etwas anderer Form schon etwas früher Fouqué ausgesprochen hatte (Bull. soc. min. France 1883, pag. 219), wonach eine und dieselbe chemische Substanz sich bald normal, bald optisch anomal verhalten kann (Bull. soc. min. France 1884, pag. 253 u. ff.).

In wieferne diese Maxime, welche allerdings sehr bequem ist, bei deren consequenter Anwendung jedoch gewissen optischen Untersuchungen ungerechtfertigter Weise von vorneherein jede Möglichkeit grösserer Genauigkeit abgesprochen werden müsste, l. c. und in ähnlichen Fällen zulässig erscheint, soll bei einer anderen Gelegenheit erörtert werden. Hier sei nur betont, dass ich dieselbe nach allem, was ich bisher darüber beobachtet habe, in dem dort gebrauchten Sinne nicht acceptiren kann.

Was den Punkt a) betrifft, so konnte meine Ueberzeugung von der Existenz der ganzen Reihe als solcher durch eine Einzelbeobachtung nicht erschüttert werden.

Hinsichtlich b) ist zu bemerken, dass die Grösse der Abweichung des Bärwald'schen Werthes weit über die Grenzen der Beobachtungsfehler hinausgeht, welche ich nach wiederholter Revision meiner Präparate als möglich zugeben könnte.

Die Richtigkeit der Beobachtung Bärwald's an und für sich zu bezweifeln, dazu lag nicht der geringste Grund vor, besonders da die ausgezeichnete, einheitliche Beschaffenheit seines Präparates, die gute Uebereinstimmung und Symmetrie der beiderseits erhaltenen Werthe von demselben Forscher eigens betont wurde.

Es blieb also nur die Möglichkeit offen, dass hier bezüglich der Deutung ein Missverständnis obwalte.



Dass ein solches mit Rücksicht auf die reiche Mannigfaltigkeit möglicher Zwillingsbildungen nur zu leicht vorkommen könne, davon bin ich umso eher überzeugt, weil mir die Irrthümer, die ich aus dem gleichen Grunde hie und da selbst während meiner Studien am Labradorit und Anorthit vorübergehend begangen habe, noch frisch im Gedächtnisse sind. Die Wahrscheinlichkeit dieser Vermuthung wurde besonders bestärkt durch den Umstand, dass Bärwald seine Untersuchung bezüglich *P* auf ein einziges Spaltblättchen gestützt zu haben scheint.

Man wird mir wohl nicht einwerfen, dass sich in meiner citirten ausführlichen Arbeit gleichfalls nur die Beobachtungen je eines Spaltblättchens von Fusch und Schmirn aufgeführt finden; es waren eben diejenigen als Beispiele hervorgehoben worden, an denen die betreffenden Werthe am genauesten ermittelt wurden, von der Aufzählung zahlreicher anderer einfach deshalb abgesehen, weil die aus einer geringeren Anzahl Einstellungen hergeleiteten Werthe bis auf die in diesem Falle sehr geringen Beobachtungsfehler mit den ersteren vollständig übereinstimmten, was l. c. ausdrücklich betont wird.

Dass Bärwald bei einer so wichtigen Angabe sich auf die Untersuchung eines einzelnen Spaltblättchens beschränkte, so ausgezeichnet das Präparat auch sein mochte, ist der einzige Vorwurf, der ihm vielleicht gemacht werden könnte.

Da der genannte Forscher sich übrigens auf Anführung der abweichenden Thatfachen beschränkte, ohne daraus jene Konsequenzen zu ziehen, wodurch, wie ich vorhin selbst nachwies, entweder die Richtigkeit meiner Angaben, oder die Giltigkeit jenes allgemeinen Satzes in Frage gestellt wird, so lag für mich zunächst kein zwingender Grund zu einer Erwiderung vor, die sich vorläufig nur auf eine blosse Vermuthung stützen konnte.

Desto mehr war ich darüber erfreut, als ich durch die ausserordentliche Liebenswürdigkeit meines geehrten Freundes, des Herrn Professors Arzruni in Aachen gelegentlich meiner vorjährigen Durchreise in die angenehme Lage versetzt wurde, diese Vermuthung experimentell zu prüfen.

Für die Bereitwilligkeit und Freundlichkeit, mit welcher der Genannte von den geringen, noch in seinem Besitze befindlichen Ueberresten des seinerzeit Herrn Bärwald übergebenen Materiales

einen Theil mir zur Verfügung stellte, spreche ich ihm hier nochmals den besten Dank aus. Was ich vermuthete, hat sich vollinhaltlich bestätigt; ich bin bezüglich der optischen Orientirung auf der Längsfläche zu dem gleichen, bezüglich der Endfläche zu einem wesentlich anderen Resultate gelangt, wie Bärwald, habe jedoch gleichzeitig eine Erklärung davon gefunden.

Eigentlich habe ich demnach Ursache, auch H. Bärwald verbunden zu sein, da er eben durch seine von allen bisherigen Literaturangaben abweichende optische Bestimmung am Kasbeker Albit meine Aufmerksamkeit auf eine besondere Art von Fehlerquellen, auf Verhältnisse gelenkt hat, die, wie sich zeigen wird, nicht allein für das Verständnis gewisser optischer Anomalien, sondern auch für die genaue Feststellung der krystallographischen Constanten aller Plagioklase von principieller Bedeutung sein dürften.

Die Untersuchung des Albites vom Kasbék nahm folgenden Gang:

Schon die flüchtige Besichtigung der Krystalle ergab unzweifelhaft, dass dieselben nie ganz einfache Individuen, höchst selten sogar einfache Zwillinge, meist Zwillinggruppen seien, entstanden im Allgemeinen aus der Vereinigung von Albit-Gesetz und Karlsbader-Gesetz und dass auch die Vicinalflächenbildung und Flächenstreifung besonders in der Zone der verticalen Prismen damit im Zusammenhange stehe. Einige optische Vorversuche an Spaltblättchen nach *P* und *M* reichten hin, diese Thatsachen zu bestätigen.

Es zeigte sich dabei, dass die Winkelwerthe zwischen den Auslöschungsrichtungen der miteinander verbundenen, speciell der benachbarten Individuen auf *P* bald symmetrisch, bald unsymmetrisch, überhaupt aber ziemlich variabel seien, im Allgemeinen die von je zwei Auslöschungsrichtungen entgegengesetzter Lage eingeschlossenen Winkel beiläufig um  $7.5^\circ$  herumschwanken, ein Werth, welcher, nebenbei bemerkt, dem Winkel, wie er zwischen den Auslöschungsrichtungen zweier nach dem Albitgesetz verbundener Individuen für die Albite von Schmirn und Fusch bereits ermittelt wurde, fast vollkommen gleichkommt.

Als grössere Seltenheit wurden Winkel von etwa  $5^\circ$  zwischen benachbarten Individuen beobachtet und andererseits selbst über  $10^\circ$  hinausgehende Werthe.

Auf der Längsfläche waren ebenfalls Schwankungen zu constatiren, jedoch in weit geringerem Masse.

Mit der abweichenden optischen Orientirung gingen Variationen der Spaltwinkel  $P:P'$  Hand in Hand.

Je leichter das Vorhandensein von Zwillingen überhaupt zu constatiren war, desto schwerer wurde es, in jedem speciellen Falle das Gesetz zu bestimmen, welches demselben zu Grunde liegt. Nicht minder schwer war es insbesondere festzustellen, wann das wahre Albitgesetz vorlag, welches also der wahre Werth der Auslöschungsschiefe auf  $P$  sei. Polysynthetische Zwillingbildung, welche bei vollkommen paralleler Lamellirung im Allgemeinen als ein ziemlich sicheres Kennzeichen wahrer Albitzwillinge angesehen werden darf, fehlte hier sozusagen gänzlich höchstens schief ausgekeilte Lamellen waren hie und da sichtbar.

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen schien die Berücksichtigung der krystallographischen Constanten dieses Albit-Vorkommens unbedingt nöthig. Da aber die Benützung der Bärwaldschen Winkel zu Widersprüchen führte, sah ich mich veranlasst, eine erneute Bestimmung der Krystallwinkel auf Grund eigener Messungen vorzunehmen.

Diese Messungen führten zu den interessantesten Resultaten.

Zunächst stellte sich heraus, dass Bärwald rechtes und linkes Prisma verwechselt haben dürfte, und dass er für das linke Prisma Werthe aufführt, welche den von mir beobachteten beträchtlich abweichen; auch gegenüber den sonst noch in der Literatur existirenden Winkelangaben hinsichtlich des Albites ergaben meine Messungen theilweise Uebereinstimmung, theilweise Verschiedenheit.

Glücklicherweise wurde ich ungefähr zur selben Zeit, als Bärwald seine Untersuchungen veröffentlichte, vom Herrn Staatsrath Abich hier in Wien mit einem schönen Albit-Vorkommen beschenkt, welches der Genannte gleichfalls aus dem Kaukasus, wo er bekanntlich viele Jahre verlebte, mitgebracht hatte und das seiner Aussage zufolge mit dem von Herrn Arzruni gesammelten Vorkommen identisch sein dürfte. In der That besitzen die Krystalle absolut gleichen Habitus und wie sich herausstellte, findet auch in den krystallographischen und optischen Verhältnissen beider eine vollständige Uebereinstimmung statt.

Nicht minder interessant ist es, dass auch Schmirner Krystalle, die ich zum Vergleiche heranzog, in ihren Hauptwinkeln nur sehr geringe Abweichungen ergaben.

Dieser Umstand, dass meine bisherigen Resultate unter einander so vollkommen mit den bisherigen Literaturangaben in so geringem Masse übereinstimmten, brachte mich zur Ueberzeugung, dass das Krystallisationssystem des Albites überhaupt noch nicht als fest bestimmt zu betrachten und eine Revision desselben dringend nöthig sei.

Ich habe daher den Entschluss gefasst und mit dessen Ausführung bereits begonnen, eine Anzahl Albitvarietäten darauf hin zu untersuchen und unter einander zu vergleichen, ihre Constanten festzustellen, gleichzeitig aber auch die verschiedenen Zwillingsgruppierungen, welche der genauen Feststellung der optischen und krystallographischen Constanten die grössten Schwierigkeiten bereiten und welche nach meinen bisherigen Erfahrungen zu allen scheinbaren Winkelschwankungen und optischen Anomalien hier den Schlüssel liefern, möglichst eingehend zu studiren und übersichtlich zusammenzufassen.

Indem ich auf diese ausführliche Arbeit, die mich noch längere Zeit beschäftigen wird, im Voraus verweise, will ich mich im Folgenden darauf beschränken, durch kurze Mittheilung der wichtigsten, am Kasbék Albit bereits erhaltenen Resultate die bisherigen Angaben bezüglich dieses reinen Albites richtig zu stellen.

Die Zwillingsbildungen, welche geeignet sind, zur Erklärung der Bärwald'schen Angaben zu dienen, sollen nur andeutungsweise behandelt werden; eine ausführliche Besprechung derselben, sowie die Begründung einzelner schon hier „vorläufig“ mitzutheilender Sätze, wird man in jener späteren Arbeit zu suchen haben, die auch eine Reihe von Thatsachen enthalten soll, welche geeignet sein dürften, noch andere seit dem Erscheinen meiner Plagioklasarbeit gegen deren Resultate erhobenen Einwände zu widerlegen.

Nur bei der Darstellung der optischen Bestimmungen im parallelen polarisirten Lichte will ich schon hier etwas länger verweilen, um später nicht wieder nöthig zu haben, die Art und Weise, wie dieselben vorgenommen wurden, ausführlicher auseinanderzusetzen.

### A. Chemische Untersuchung des Kasbéker Albites.

Angesichts der abweichenden optischen und krystallographischen Resultate war es von doppeltem Interesse zu constatiren, wie weit das Material, an welchem dieselben gewonnen wurden, mit demjenigen, welches Bärwald untersuchte, chemisch ident sei.

Auch ist die Existenz eines natürlich vorkommenden Feldspathes, welcher keine Spur von Kali und Kalkerde enthält, schon an und für sich eine so merkwürdige Thatsache, dass eine neuerliche Prüfung desselben nicht überflüssig erschien.

Zunächst wurden mikrochemische Versuche angestellt.

Ein ideal reiner Krystall wurde mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen.

Aus der schwefelsauren Lösung schieden sich keine Gypskrystalle ab, wenigstens waren solche in keiner deutlichen Form wahrnehmbar; das Vorhandensein von Kalkerde schien danach völlig ausgeschlossen oder doch nur minimal zu sein.

Dagegen gab die Prüfung auf Kalium mit Platinchlorid ein positives Resultat, indem dabei die charakteristischen Kryställchen und Durchkreuzungszwillinge des Platindoppelsalzes in gut wahrnehmbarer Menge zum Vorschein kamen.

Da nun diese Menge bei mikrochemischen Versuchen sich bekanntlich nur sehr schwer schätzen lässt, die Kenntniss der Grösse dieser Beimengung im vorliegenden Falle aber gerade von ausserordentlicher Wichtigkeit ist, schien eine genaue quantitative Analyse höchst wünschenswerth.

Mit aller Sorgfalt und Mühe brachte ich so viel vollkommen reines Material zusammen, als zur quantitativen Bestimmung der Alkalien hinreichte.

Herr Prof. E. Ludwig hatte auf meine Bitte die grosse Güte, diese Bestimmung in seinem hiesigen Laboratorium mit gewohnter Präcision unter Anwendung der grössten Vorsichtsmassregeln von Herrn Dr. Niessner ausführen zu lassen.

Es ergab sich nun mit Bestimmtheit die Bestätigung der wichtigen Thatsache, dass der vorliegende Albit absolut frei sei von jedem Kalkgehalt, das Kali hingegen in wägbarer Menge enthalte, wie die folgenden Daten beweisen, denen die Jaffé'schen Zahlen gegenübergestellt sind:

	Niessner	Jaffé (l. c.)	Theorie:
$\text{Na}_2\text{O}$	11·88	12·29	11·84
$\text{K}_2\text{O}$	0·07	0	0
$\text{CaO}$	0	0	0

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass nicht nur mein und Bärwald's Material, wie zu erwarten stand, auch chemisch vollkommen ident sei, sondern auch ferner, dass der vorliegende Albit thatsächlich als der reinste anzusehen sei, der bisher gefunden wurde, wengleich die Behauptung Jaffé's, dass er auch keine Spur von Kali enthält, einer Berichtigung zu bedürfen scheint.

Jedenfalls ist zu erwarten, dass die physikalischen Eigenschaften dieses Albit-Vorkommens diejenigen der reinen Albitsubstanz am vollkommensten widerspiegeln.

## B. Optische Untersuchung im parallelen Licht.

### Spaltblättchen nach *P*.

Vorläufige Bestimmungen im gewöhnlichen Lichte wurden so ausgeführt, dass nach Prüfung der Parallelstellung der Nicolhauptschnitte mit dem Ocularfadenkreuze an jedem Präparate eine 5malige Einstellung auf das Maximum der Dunkelheit und dann entweder auf die Zwillingsgrenze der einander benachbarten Individuen, wofern diese scharf und geradlinig war, oder auf Spaltrisse nach der Längsfläche, die nur höchst selten vorhanden waren oder endlich überhaupt auf die äussere Begrenzung, wofern diese der Richtung der Längsfläche entsprach, vorgenommen wurde.

Die äussere Begrenzung entsprach aber nur dann nachweisbar der Längsfläche, wenn diese durch eine Spaltfläche vertreten war, oder wenn es gelang, eine solche künstlich hervorzurufen. Durch wiederholtes Abspalten an grösseren Krystallen gelang es in der That, in vereinzelten Fällen auf solche Weise eine scharfe, der Trace von *M* entsprechende gradlinige äussere Begrenzung herzustellen; in den allermeisten Fällen scheiterte der Versuch an dem Umstande, dass selbst an scheinbar ganz einfachen Krystallen die Längsfläche bereits aus mehreren Individuen angehörigen Theilen besteht, die beim Abspalten auch von den einheitlichen Partien Partikel mitreissen und so das Zustandekommen einer glatten Spaltfläche und einer scharfen Kante zwischen *P* und *M* verhindern.

Polysynthetische Zwillingslamellen waren eine grosse Seltenheit — gut messbare gar nicht zu beobachten.

Einheitliche Blättchen zeigten doch meist an irgend einer Ecke oder irgend einem Rande anders orientirte Partien, welche, wenn auch noch so klein, beweisen, dass erstere mindestens mit einem zweiten Individuum verwachsen gewesen sind.

Viele Blättchen gaben, obwohl sichtlich frisch und ganz klar und einschlussfrei, doch nur sehr schwache, unbestimmte Auslöschung, offenbar wegen Ueberlagerung optisch verschiedener Partien, wovon ich mich durch Untersuchung verschiedener Krystallquerschnitte (nach wiederholtem Abspalten parallel  $P$ ) in einzelnen Fällen direct überzeugen konnte.

Manche zeigten solch undulöse Auslöschung nur an einer bestimmten Stelle, wo ein factisches Ineinandergreifen, eine Durchwachsung und Durchdringung optisch verschiedener Substanz in Streifen, die oft den Tracen der verticalen Prismenflächen nahezu parallel gingen, stattzufinden schien, während an anderen Stellen die Auslöschung wieder deutlich bestimmbar war, als ob sich die Individuen hier getrennt hätten, — so zwar, dass das eine Ende des Krystalles eine von dem des anderen verschiedene optische Orientirung besass.

In den meisten Fällen war aber die Abgrenzung zweier oder mehrerer mit einander verbundener Individuen in der Ebene der  $P$  Fläche eine scharfe, obwohl nicht immer zugleich geradlinige, sondern oft auch unregelmässige, — und wenn geradlinig, dann erwiesenermassen nicht immer der Trace von  $M$  parallel; — die Erklärung für letztere Thatsache ist in der Mannigfaltigkeit der vorhandenen Zwillingsbildungen bei gleichzeitiger Verschiedenheit der Zwillingsverwachsungen zu suchen, wie gelegentlich meiner ausführlichen Arbeit gezeigt werden soll.

Die Zahl der auf solche Weise untersuchten Präparate war sehr gross; ich muss mich im Folgenden darauf beschränken, einige charakteristische Beispiele anzugeben:

1. Sehr einheitliches Individuum, Winkel zur Trace von  $M$   $4^{\circ}6'$ .
2. Sehr einheitliches Präparat (bestehend aus zwei Albit-Zwillingsindividuen), fast allseitig durch angeschlagene Spaltflächen begrenzt, und zwar oben und unten durch  $P$  und  $\underline{P}$ , seitlich durch  $M$  und  $\underline{M}$  und vorn durch das rechte Prisma des einen Individuums.

Winkel gegen die Zwillingsgrenze  $4^{\circ}10'$  einerseits,  $4^{\circ}12'$  andererseits, Winkel gegen die Spaltfläche  $M$   $4^{\circ}6'$  im linken,  $4^{\circ}12'$  im rechten Individ. Doppelter Winkel zwischen der Auslöschung der Zwillinge-Individuen  $8^{\circ}20'$ .

3. Zwei nach dem Albitgesetz verbundene Individuen.

Auslöschung symmetrisch zur Zwillinge-*naht*  $4^{\circ}6'$  einerseits,  $4^{\circ}10'$  andererseits. Aeusserere Begrenzungslinien der beiden Individuen geradlinig, aber gegen einander convergirend, ca.  $1^{\circ}40'$  mit einander einschliessend, dabei symmetrisch gelegen zur Zwillinge-grenze.

Gegen diese Begrenzungslinien gemessen, wäre die Auslöschungsschiefe jederseits um  $50'$  grösser.

Es rühren die besprochenen Begrenzungslinien von anderen Individuen her, welche die Zwillinge seitlich umwachsen hatten.

4. Zwei unregelmässig gegen einander abgegrenzte Individuen.

Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstrace von  $M$  des Haupt-individuums  $4^{\circ}12'$ , Auslöschungsschiefe des zweiten Individuums im selben Sinne, etwa um  $42'$  höher, also  $4^{\circ}54'$ .

5. Zwei beiläufig nach dem Prisma gegen einander abgegrenzte Individuen.

Differenz ihrer Auslöschungsrichtungen, die im gleichen Sinne gelegen sind, beiläufig  $1^{\circ}50'$ .

6. Unsymmetrische Auslöschung gegen eine scharfe, gerade Zwillingsgrenze,  $5^{\circ}$  einerseits,  $2^{\circ}40'$  andererseits, Winkel zwischen der Auslöschung beider Individuen, also  $7^{\circ}40'$ .

7. Ebenso, einerseits, gegen die Spaltungstrace von  $M$ ,  $4^{\circ}12'$ , andererseits  $3^{\circ}22'$ , Winkel zwischen beiden also  $7^{\circ}34'$ , ein sehr häufiger Werth und ein bei unsymmetrischer Vertheilung sehr häufig sich wiederholendes Verhältniss.

8. Sehr einheitliches Spaltblättchen.

Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen beider Individuen  $6^{\circ}55'$ ; ebenfalls häufig.

9. Unsymmetrische Vertheilung. Winkel  $4^{\circ}18'$  einerseits,  $2^{\circ}48'$  andererseits, Winkel zwischen beiden  $7^{\circ}6'$ .

10. Unsymmetrische Auslöschung, Mittel aus den oben und nach dem Umlegen des Präparates auf der Unterseite gefundenen Werthen  $4^{\circ}12'$  einerseits,  $5^{\circ}40'$  andererseits, Winkel beider zu einander  $9^{\circ}50'$ .



## 11. Vereinigung von drei Individuen.

$a$  und  $b$  mit Auslöschungswinkel  $7^{\circ}42'$ ,  $a$  und  $c$  mit Winkel  $8^{\circ}18'$ .

## 12. Vereinigung von vier Individuen.

Keilförmig eingeschlossene Partie in der Mitte.

An dieser Stelle links  $1^{\circ}24'$ , rechts  $4^{\circ}$ , Winkel zwischen beiden  $5^{\circ}24'$ . An einer zweiten Stelle zwischen den Ausl. der beiden anderen  $8^{\circ}12'$ .

## 13. Vereinigung von drei Individuen.

$4^{\circ}18'$  einerseits, gegen eine zweite Kante um  $1^{\circ}10'$  höher;  $2^{\circ}48'$  andererseits. Das dritte nicht einstellbar.

## 14. Vereinigung von vier Individuen.

Je zwei und zwei, nach dem Albitgesetz verbunden, mit Auslöschungswinkeln von  $8^{\circ}12'$  und  $8^{\circ}18'$ .

Beide Zwillinge gegen einander so verschoben, dass die einander zunächst gelegenen linksseitigen Auslöschungsrichtungen  $3^{\circ}02'$ , die analogen rechtsseitigen  $3^{\circ}18'$  einschliessen, der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der beiden inneren Individuen der Gruppe darnach  $5^{\circ}12'$ , derjenige zwischen den auf die beiden äusseren Individuen bezüglichen Dunkelstellungen  $11^{\circ}18'$  beträgt.

## 15. Unregelmässige Vereinigung von drei Individuen:

Kantenlinie gebrochen. Auf den einen der beiden Theile bezogen, Auslöschung  $2^{\circ}42'$ , auf den andern bezogen fast Null.

Auf der anderen Seite Auslöschung ca.  $4^{\circ}$ .

16. In der Mitte sieht man eine Lamelle eingekeilt, aus zwei Individuen bestehend, deren Auslöschungen ca.  $4^{\circ}50'$  mit einander einschliessen.

Die äussere Umhüllung dieses Keiles gibt sehr schlechte Auslöschung. An einer günstigeren Stelle zeigte es sich, dass die einschliessenden Individuen gegen die Aussenkanten unter etwa  $4^{\circ}$  auslöschen.

Nach diesen vorläufigen Untersuchungen, welche bereits geeignet waren, ein allgemeines Bild von dem optischen Verhalten dieses Albites zu liefern, wurden zur genauen Feststellung der Winkelwerthe der Auslöschungsschiefe auf  $P$  theils aus den bereits untersuchten diejenigen ausgewählt, welche sich als die für den gedachten Zweck am geeignetsten erwiesen hatten, theils eine Anzahl neuer mit besonderer Sorgfalt hergestellt.

Um in die Lage zu kommen, mit den an diesen Präparaten angestellten eigenen Beobachtungen fremde vergleichen und discutiren zu können, habe ich vier davon Herrn R. Köchlin zur Untersuchung übergeben, welcher unmittelbar zuvor im hiesigen mineralogisch-petrographischen Institute durch längere Zeit hindurch mit der Ausführung derartiger genauer optischer Bestimmungen beschäftigt war, und auch die folgenden Untersuchungen am genannten Orte mit den gleichen Instrumenten anstellte, deren ich mich später selbst bediente.

Für die grosse Sorgfalt, mit welcher er sich dieser zeitraubenden Mühe unterzog, sage ich ihm hier meinen besten Dank. Ich lasse zunächst die von R. Köchlin gewonnenen Resultate folgen.

Es wurden je 20 Ablesungen im gewöhnlichen und ebenso viele im Natriumlicht angestellt, und zwar zuerst auf der Oberseite, dann, nach entsprechendem Umlegen, auf der Unterseite der Präparate, von den oben und unten erhaltenen Werthen schliesslich das Mittel genommen:

- I. *Na* Licht Winkel beider A.  $7^{\circ}39'$   

gew. Licht	"	"	$7^{\circ}42'$	}	links oben $4^{\circ}18'$ , rechts $3^{\circ}30'$ .
					unten links $3^{\circ}20'$ , rechts $4^{\circ}12'$ .
- II. *Na* Licht " " " $8^{\circ}20'$   

gew. Licht	"	"	$8^{\circ}16'$	}	oben links $3^{\circ}20'$ , rechts $5^{\circ}$
					unten " $3^{\circ}24'$ , " $5^{\circ}6'$ .
- III. *Na* Licht " " " $7^{\circ}24'$   

gew. Licht	"	"	$7^{\circ}30'$		
------------	---	---	----------------	--	--
- IV. gewöhnliches Licht, einfacher Winkel:  $4^{\circ}$  gegen die Randbegrenzung.

Ich habe meine eigenen Beobachtungen in derselben Weise angestellt, wie Herr Köchlin, ebenfalls je 20 Einstellungen vorgenommen und sowohl oben als unten beobachtet, habe mich indessen auf die Anwendung gewöhnlichen Lichtes beschränkt, nachdem ich mich durch einen eigens zu diesem Zwecke an einem sehr gut auslöschenden, mit einer sehr scharfen Randkante versehenen Spaltblättchen vorgenommenen Vorversuch (30 Ablesungen im gewöhnlichen und eben so viele im gelben Lichte) vollständig überzeugt hatte, dass, wie auch die obigen Daten des genannten Beobachters zur Genüge darthun, die Abweichungen, welche hier

durch Anwendung gelben Lichtes sich etwa ergeben, ihrer Grösse nach jedenfalls in die Grenzen der Beobachtungsfehler selbst fallen, indem der so erhaltene Winkel bald etwas weniger grösser, bald etwas kleiner war als der, welcher im gewöhnlichen Lichte gefunden wurde.

In Folgendem theile ich nun meine eigenen Resultate mit und verbinde damit eine Discussion derjenigen von Köchlin.

I. Ergab an verschiedenen Stellen verschiedene Orientirung.

An der einheitlichsten Stelle wurde der Winkel zwischen der Auslöschung des rechten und linken Individuums zu  $8^{\circ}24'$  gefunden.

Zum Verständnisse der von Köchlin festgestellten Werthe dient die Bemerkung, dass an der von diesem in's Auge gefassten Stelle oben die Individuen nach der Trace der Längsfläche des linken unten nach der Trace der Längsfläche des rechten Individuums aneinander gewachsen sind; daher in dem einen Falle der Werth  $4^{\circ}18'$ , im anderen  $4^{\circ}12'$ , die Auslöschungsschiefe gegen Kante  $P/M$  angibt. Die damit im Zusammenhange stehende Incongruenz der oberen und unteren Zwillingsgrenze war diesem aufmerksamen Beobachter keineswegs entgangen.

Erst, nachdem ich die krystallographischen und optischen Verhältnisse des in Rede stehenden Albitvorkommens anderweitig vollkommen sicher bestimmt hatte, war ich jedoch in der Lage, bei der neuerlichen Revision des Präparates die richtige Erklärung dafür zu finden.

Die erwähnten zwei Individuen sind nicht in Zwillingstellung nach dem Albitgesetz verbunden — daher die unsymmetrische Auslöschung.

An jener Stelle, wo ich den Winkel von  $8^{\circ}24'$  zwischen rechtem und linkem Individuum erhielt, müsste die Auslöschung voraussichtlich symmetrisch zur Zwillingsgrenze stattfinden, wofern diese Zwillingsgrenze regelmässig verlaufen würde; leider war diese Thatsache nicht constatarbar, weil schlecht auslöschende Partien sich hier zwischen beide eingeschoben hatten.

II. Der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der beiden Hauptindividuen wurde von mir zu  $8^{\circ}30'$  bestimmt, welcher Werth von dem von Köchlin im *Na* Licht erhaltenen  $8^{\circ}20'$  sehr wenig abweicht.

Es liegen hier zwei nach dem Albitgesetz verzwillingte Hauptindividuen vor.

An diese finden sich (erst in einem tieferen Horizont sichtbar) an dem einen Ende ein Paar anderer Individuen angeschoben, jedes zu dem zugehörigen Hauptindividuum in hypoparalleler Stellung befindlich, dasselbe gleichsam fortsetzend.

Der Winkel zwischen den Auslöschungen dieser Individuen betrug circa  $4^{\circ}48'$ . Dieselben setzen sich mit keilförmiger Begrenzung in die Hauptindividuen hinein fort, zwischen die sie sich anfangs als Keil einschieben, später ausserordentlich verschmälert als scheinbar einfache Linie, welche genau in die Verlängerung der einen Seite des ursprünglichen Keiles fällt, die Zwillingsgrenze der beiden Hauptindividuen darstellend.

Auf diese Linie hat Köchlin eingestellt, weshalb er, wie im vorigen Falle, unsymmetrische Auslöschung zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze, diesmal aber sowohl oben als unten im selben Individuum auf der gleichen Seite die gleiche Auslöschung beobachtete.

III. Das grössere einheitliche Individuum hat eine Stelle, wo Kante  $P/M$  durch die angespaltene Fläche  $M$  sehr scharf ausgeprägt ist.

Der Winkel der Auslöschung mit dieser Kante wurde zu  $4^{\circ}14'$ , der Auslöschungswinkel desselben Individuums zur Zwillingsgrenze mit dem damit verbundenen schmälern Individuum etwas wenigens grösser gefunden, circa  $5^{\circ}$ .

Die Auslöschungsschiefe des schmalen Individuums, welches wegen schlechter Auslöschung nur ungenauere Messung gestattete, fand unsymmetrisch zur vorigen unter  $2^{\circ}30'$  gegen diese Grenzlinie statt; der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen beider Individuen betrug daher  $7^{\circ}30'$ , ganz ähnlich dem von Köchlin dafür ermittelten Werthe.

IV. Ein zweites Individuum war hier nur in Form einer sehr schmalen, der Längsfläche des vorherrschenden Individuums beiläufig parallelen Linie als Randbegrenzung desselben sichtbar und gestattete keine genaue Einstellung auf das Maximum der Dunkelheit.

Beiläufig gemessen betrug der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen beider Individuen diesmal  $7^{\circ}$ .

Gegen die Trace der Längsfläche des vorherrschenden Individuums, welche hier wieder in günstiger Weise zum Vorschein kam, wurde die Auslöschungsschiefe zu  $4^{\circ}6'$  bestimmt, also sehr

nahe übereinstimmend mit dem von Köchlin angegebenen Werthe von  $4^\circ$ , obwohl dieser sich auf den entgegengesetzten, und zwar auf den durch die Zwillingsgrenze gebildeten Rand bezog.

IV. bietet also im Grossen und Ganzen die gleichen Verhältnisse dar, wie das vorige Präparat.

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung der von mir gefundenen Werthe mit den Köchlin'schen Bestimmungen eine nahezu vollständige; die kleinen Unterschiede, die sich ergaben, fallen mit den Differenzen während der Beobachtung zusammen, sind darauf zurückzuführen, dass die Beobachtungen eben von zwei verschiedenen Personen angestellt wurden; alle grösseren Unterschiede, welche zu Tage traten, fanden bei genauerer Betrachtung ihre Erklärung immer in der Weise, dass entweder an verschiedenen Stellen und dabei zugleich an optisch verschiedenen Individuen gemessen oder verschiedene Structurlinien der Krystalle als Einstellungsmarke gewählt wurden.

Niemals war aber der Unterschied so bedeutend, wie zwischen dem von Bärwald für die Auslöschungsschiefe bezüglich  $P/M$  auf  $P$  aus dem Winkel der Zwillingseindividen indirect abgeleiteten und dem hier für dieselbe durch directe Beobachtung festgestellten Werthe, und schon daraus ergibt sich wohl mit Sicherheit, dass der von Bärwald untersuchte Zwilling mit einem echten Zwilling nach dem Albitgesetz nicht identisch sein kann.

Hingegen ist besonders zu betonen, dass Werthe, welche den Bärwald'schen nahekommen ( $4^\circ 48'$  etc.) zwischen gewissen, den Hauptindividuen eingewachsenen untergeordneten Individuen gleichfalls, so beim Präparat II z. B., thatsächlich constatirt wurden.

Jedenfalls aber gehören derartige Werthe mehr zu den Seltenheiten.

Es ist anzunehmen, dass der genannte Forscher, wenn er eine grössere Anzahl von Präparaten untersucht und dann von sämtlichen Beobachtungen das Mittel genommen hätte, zu einem Werthe gelangt wäre, welcher, wie aus der Zusammenstellung der oben angeführten Vorversuche hervorgehen dürfte, dem wahren Werthe sich schon bedeutend genähert hätte.

Der Erklärungsgrund dafür liegt eben darin, dass von allen den hier vorkommenden Zwillingseindividen diejenige nach dem Albitsetze und die ihr zunächst stehenden die häufigsten sind.

Zur endgiltigen Feststellung der Auslöschungsschiefe auf  $P$  wurde das schon vorhin bei den Vorversuchen unter 2. aufgezählte Präparat nochmals benützt, nachdem dasselbe zuvor am Goniometer sorgfältigst durchgemessen, dabei seine Homogenität und vollständige Tautozonalität bezüglich  $P_1M$  und  $P_2M$ , sowie die vollkommene Coincidenz der beiden Längsflächen constatirt worden war.

Durch je 30 Einstellungen auf die scharfe Zwillingsgrenze und dann auf die Auslöschung im rechten und linken Individuum wurde die Auslöschungsschiefe, die natürlich positiv war, zu  $4^{\circ} 11'$  einerseits und  $4^{\circ} 12'$  andererseits festgestellt.

Als hierauf zur Controlle die durch die Spaltflächen *M* gebildete Randkantenbegrenzung als Marke benützt und die Auslöschungsschiefe jedes anliegenden Individuums bezüglich jener ermittelt wurde, ergab sich fast gar kein Unterschied:

Linkes Individuum bezüglich der linken Randkante:  $4^{\circ} 12'$   
 rechtes " " " rechten " :  $4^{\circ} 6'$ .

Unter allen den voranstehenden Beobachtungen möchte ich nach den daran geknüpften Erörterungen als den richtigsten Werth **4° 12'** anerkennen.

Spaltblättchen nach *M.*

Viel einfacher gestaltete sich die Untersuchung von Spaltblättchen, die nach der Längsfläche hergestellt waren.

Hier bestand die einzige Schwierigkeit darin, Spaltblättchen mit möglichst glatten Oberflächen zu Stande zu bringen; die Randbegrenzung durch die Trace der basischen Spaltbarkeit war hingegen wegen der viel vollkommeneren Spaltbarkeit nach dieser Fläche viel leichter und öfter scharf zu erhalten.

Es zeigte sich allerdings, dass in nur einigermaßen dicken Partien sehr häufig gar keine oder nur sehr schlechte Auslöschung eintritt; dieser Umstand hängt mit der Häufigkeit von nach dem Karlsbader Gesetze verzwillingten, längs den *M*-Flächen übereinander geschobenen Theilen zusammen.

Die dünnsten Blättchen jedoch löschten in der Regel gut aus, erwiesen sich aber oftmals aus optisch etwas verschieden orientirten Theilen zusammengesetzt.

Das Studium dieser Erscheinung an grösseren Krystallen, welches mit einer goniometrischen Prüfung ihrer natürlichen Längs-

flächen begann, worauf zu dieser Längsfläche mehrere parallele Lagen abgespalten, daran jedesmal neue Messungen angestellt wurden, überzeugte mich, dass diese Theile von verschiedener optischer Orientirung ebenso vielen verschiedenen Individuen angehören.

Die Abgrenzung dieser Partien gegen einander ist fast immer eine unregelmässige, ihre Auslöschungsdifferenz oft eine sehr geringe. Eine Erklärung dafür wird sich bei Besprechung gewisser Zwillingbildungen in meiner späteren Arbeit von selbst ergeben.

Höchst bemerkenswerth ist es, dass, sobald an einer Stelle eine grössere einheitliche Partie vorlag und in dieser ein deutlicher Spaltriss nach  $P$  auftrat oder die Spaltungsfläche  $P$  selbst die scharfe Randbegrenzung bildete, die Auslöschungsschiefe bezüglich dieser Structurlinie auch jedesmal ausserordentlich constant gefunden wurde.

Köchlin fand an dem ihm übergebenen Präparate V

V gewöhnliches Licht  $+ 18^{\circ} 42'$ .

An demselben Präparate erhielt ich den Werth  $18^{\circ} 44'$ .

Zugleich konnte ich constatiren, dass damit ein zweites Individuum verbunden sei, dessen Auslöschungsschiefe, bezogen auf dieselbe Structurlinie, welche im ersten Falle als Einstellungsmarke gedient hatte,  $19^{\circ} 48'$  betrug.

An einem weiteren, ebenfalls sehr einheitlich gebauten Spaltblättchen mit einer sehr scharfen Kante  $P, M$  wurde genau der frühere Werth  $18^{\circ} 44'$  wieder gefunden.

Diese sämmtlichen Werthe stimmen nicht nur unter einander, sondern auch mit dem von Bärwald l. c. angeführten Maximalwerth ( $18^{\circ} 41'$ ) so gut überein, dass ich kein Bedenken trage, sie als die richtigen zu bezeichnen.

Das Resultat der optischen Untersuchung im parallelen Lichte ist also kurz folgendes:

Auslöschungsschiefe des reinen Albites beträgt  
 $+ 4^{\circ} 12'$  auf  $P$  und  $+ 18^{\circ} 44'$  auf  $M$ ,

Werthe, die sich von den bisher von mir angenommenen theoretischen Ziffern ( $4^{\circ} 30'$  und  $19^{\circ}$ ) nur sehr wenig unterscheiden, die aber gegenüber diesen letzteren den grossen Vorzug besitzen, dass sie auf directer Beobachtung beruhen, weshalb sie künftig allein zu acceptiren sind.

### C. Krystallographische Untersuchung.

Die Schwierigkeit, welche sich der Gewinnung sicherer Winkelwerthe hier entgegenstellen, hat bereits Bärwald treffend hervorgehoben und auf das Auftreten von vicinalen Bildungen zurückgeführt, womit sämtliche natürlichen Krystallflächen unseres Albitvorkommens, nicht nur die Flächen der verticalen Prismenzone, sondern auch Endflächen und Domenflächen, ausnahmslos bedeckt sind.

Dass diese im vorliegenden Falle mit dem Zwillingsbaue der Krystalle in nachweisbarem Zusammenhange stehen, habe ich bereits betont; mit Besprechung dieses Zusammenhanges will ich mich an dieser Stelle jedoch nicht weiter befassen, sondern im Wesentlichen damit begnügen, die wichtigsten der von mir festgestellten Krystallwinkel schliesslich anzuführen und den Bärwald'schen Angaben gegenüber zu stellen.

Dabei wird sich zeigen, dass meine krystallographischen Resultate fast mehr noch als die optischen von denen Bärwald's abweichen.

Da diese Abweichungen aber, nach den Winkelangaben Bärwald's zu schliessen, mit dem Wege zusammenhängen, den wir beide eingeschlagen haben, um den störenden Einfluss der Vicinalflächenbildung zu beseitigen, so dürfte es nicht überflüssig sein, die von mir angewandte Methode mit wenigen Worten zu charakterisiren.

Die Untersuchung begann wieder (wie beim Danburit) mit dem Studium der Anzahl und Vertheilung sowie des Charakters der verschiedenen, auf den einzelnen Krystallflächen neben einander auftretenden Reflexbilder, welche skizzirt und sorgfältig bei jeder Messung verzeichnet wurden. Sodann suchte ich, ganz allgemein gesprochen, die Zwillingsindividuen aus ihrer Vereinigung loszulösen und entweder durch allseitiges Anschlagen von Spaltflächen den homogenen Kern eines Hauptindividuums gleichsam herauszuschälen oder an der dabei resultirenden Spaltungsgestalt wenigstens sämtliche zu einander gehörigen Theile, sei es durch Betrachtung unter dem Polarisationsmikroskope, sei es durch Betrachtung im gespiegelten Lichte oder durch beides zugleich, nach einander genau festzustellen.

Dabei kam mir der Umstand zu Hilfe, dass der vorliegende Albit sich nicht nur sehr gut nach den Endflächen, sondern, wenn



er homogen ist, auch ziemlich gut nach der Längsfläche und gleich gut nach einem verticalen Prisma spalten lässt, welches, wie sich herausstellte, immer dem rechten Prisma entspricht. Endlich war, obgleich schon schwieriger, bisweilen eine ziemlich ebene Spaltfläche parallel zu  $o$  zu erhalten.

Erschwert wurde diese Art des Studiums dadurch, dass es stets erst nach vielen missglückten Versuchen und an äusserst wenigen Präparaten gelang, gleichzeitig mehrere von diesen Spaltflächen mit der nöthigen Vollkommenheit zu erzeugen, dass sie scharf einstellbare Bilder gaben.

Wenn dieses aber der Fall war, wenn also die Spaltflächen so eben ausfielen, dass sie je ein bis zu Minuten genau einstellbares Signalbild lieferten, dann freilich konnte man schon von vorneherein mit ziemlicher Sicherheit erwarten, dass das betreffende Hauptindividuum wenigstens an dieser Stelle ziemlich homogen sein müsse.

Aber auch da noch waren, wie die Erfahrung lehrte, darüber Täuschungen möglich, die nur durch das eingehendste Detailstudium zu beseitigen waren.

Ja es kam anfangs vor, dass an dem einen Tage ganz sicher gestellte Thatsachen am folgenden durch Untersuchung eines neuen Präparates scheinbar geradezu umgestossen wurden, indem ein in beiden Fällen sich wiederholender, gemessener Winkel das eine Mal z. B. dem rechten, das andere Mal dem linken Prisma anzugehören schien und dergleichen mehr.

Immer aber gelang es bisher, durch die an jedem Einzelkrystalle vorgenommene Discussion der Beobachtungen, die sich ergebenden scheinbaren Widersprüche aufzulösen, während gerade diese Discussion zu einer Reihe überaus interessanter Entdeckungen führte über die Gesetzmässigkeit hypoparalleler Stellungen, in welche zwei Individuen durch die Consequenzen verschiedener an einer anderen Stelle vorhandener Zwillingsbildungen zu einander gebracht werden können. So mühsam und zeitraubend diese Methode aber war, bei welcher die wirkliche Ausführung der Messung, die Ablesung der Goniometerstellung nur den Abschluss bildete und wobei jedes Krystall-Individuum auch individuell behandelt wurde, so erwies sie sich doch als die einzig richtige.

Man erkennt leicht, dass es dieselbe Methode ist, welche ich in meinen Studien über die Vicinalflächenbildung des Danburites

(diese Mittheil. Bd. VI, pag. 301 ff.) zum ersten Male mit Consequenz durchgeführt und als „naturhistorische“ Methode in der Krystallmessung dort der „rein mathematischen“ Behandlung der Einzelbeobachtungen gegenübergestellt habe (zuletzt pag. 514).<sup>1)</sup>

Erst nach dieser auf naturwissenschaftlichen Principien (auf Berücksichtigung der Ausbildungsweise und Aggregation der Individuen) fussenden Discussion, resp. Beurtheilung der Einzel-Messungen, wurden die Messungsergebnisse, die jetzt nur noch mit Beobachtungsfehlern und von den Unvollkommenheiten der betreffenden Krystallflächen herrührenden Einstellungsdifferenzen behaftet waren, mit einander in Vergleich gebracht.

Jetzt ergab sich die merkwürdige Thatsache, dass die analogen Winkel an den verschiedensten Präparaten sehr nahe gleich gefunden wurden, woraus hervorging, dass diese Winkel für die vorliegende Substanz durchaus constant seien. Die Variationen betrugen je nach der Güte der Reflexbilder kaum einzelne Minuten.

Wenn daher Bärwald l. c. beispielsweise den zwischen der Prismenfläche 110 und Längsfläche 010 beobachteten Winkel als zwischen  $62^{\circ} 1'$  und  $63^{\circ} 53'$  schwankend angibt, so beweist das indirect am besten, dass und wie weit der von ihm eingeschlagene Weg von dem meinigen sich entfernt. Thatsächlich muss er nämlich

<sup>1)</sup> Es scheinen übrigens auch andere Forscher mit Erfolg sich dieser Betrachtungsweise anzuschliessen; Dr. Hintze wenigstens hat in seiner in der Zeitschrift f. Krystallogr. Bd. XI, 3, pag. 220 soeben erschienenen Arbeit „Ueber Cölestin von Lüneburg und das Studium von Vicinalflächen“ sich wesentlich dieser Methode bedient; er ist in der Ausführung derselben überdies (z. B. bei Aufstellung des Axenverhältnisses) Schritt für Schritt den gleichen Weg gegangen, den ich in jener citirten Arbeit eingeschlagen habe und schliesst sich auch durch den Gebrauch von Ausdrücken, wie Vicinale von Vicinalen, Vicinale höherer Ordnung, so vollständig an mich an, dass seine Arbeit sich in gewissem Sinne als thatsächliche Prüfung und kritische Fortsetzung meiner Danburitstudien auffassen lässt.

Da das Resultat der Prüfung ein günstiges ist, indem der Satz, den er an den Schluss seines Aufsatzes hinstellt, im Wesentlichen die wichtigsten allgemeinen Resultate wiedergibt, die auch meiner Arbeit bereits zu entnehmen sind, so habe ich darüber aufrichtige Freude und Genugthuung empfunden.

Mehr noch würde ich mich selbstverständlich gefreut haben, wenn Hintze selbst l. c. der erwähnten Umstände mit einem Worte gedacht hätte, oder wenn er auf meine um ein Jahr früher erschienene Arbeit, die sich in ihrem zweiten Theile fast ausschliesslich mit dem methodischen Studium von Vicinalflächen beschäftigt, im Eingange seines eigenen, dem Titel zufolge, den gleichen Zweck verfolgenden Aufsatzes in entsprechender Weise hingewiesen hätte.

in denjenigen Fällen, wo er so abweichende Winkel beobachtete, auch verschiedene Flächen vor sich gehabt haben, also bald den Winkel zwischen zwei nicht zu einander gehörenden Flächen eines Albit-, oder Karlsbader oder nach einem ähnlichen Gesetze gebildeten Zwillings, oder wenigstens Vicinalflächen, deren Ausbildung durch benachbarte fremde Flächen inducirt wurde, gemessen haben, was bei späterer Gelegenheit im Einzelnen nachzuweisen versucht werden wird.

Dadurch, dass er die an verschiedenen Krystallen gewonnenen Winkel trotz ihrer grossen Verschiedenheit als gleichberechtigte zusammenfasst, hat er sich eben bei ihnen auf Anwendung jener rein mathematischen Methode beschränkt, von der ich früher gesprochen habe, die aber, wie gleichfalls am Danburit bei Discussion der Messungen *ad* von mir dargethan wurde, nur unter ganz bestimmten Umständen zulässig ist.

Nach diesen Erörterungen begnüge ich mich hier mit einfacher Gegenüberstellung der von mir ermittelten und der von Bärwald beobachteten und berechneten Krystallwinkel, welche die wichtigsten Flächen des Albites betreffen, wobei ich nochmals betone, dass beobachtete und berechnete Werthe sehr gut übereinstimmten und alle Schwankungen, namentlich in der verticalen Prismenzone nur scheinbare waren, die sich auf die bereits erwähnten zwei Ursachen zurückführen liessen — entweder auf Vicinalflächenbildung oder auf Zwillingsbildung.

Nähere Messungsdaten und die Begründung vorstehender Sätze wird in der angekündigten Arbeit nachfolgen.

#### Winkel des Albites vom Kasbék.

Flächen	Bärwald			Schuster
	Beobachtete Werthe	Mittel der Beobachtungen	Berechnet aus *	
001:010	86° 13' — 86° 44'	86° 22' *		86° 20'
110:010	62° 1' — 63° 53'	63° 39'	63° 48'	60° 25'
110:010	59° 36' $\frac{1}{2}$ — 60° 16'	59° 53' *		61° 40'
110:110	56° 9' $\frac{1}{2}$ — 56° 35'	56° 19' *		57° 55'
110:001	65° 1' — 65° 2'	65° 1'	64° 16' 17"	64° 59'
110:001	68° 49' — 69° 3' $\frac{1}{2}$	68° 55' *		68° 33'
$\alpha$		$\alpha =$	91° 6' 50"	93° 41' 56"
$\beta$		$\beta =$	116° 58' 12"	116° 48'
$\gamma$		$\gamma =$	85° 20' 24"	89° 03' 26"

Auf eine Discussion von Bärwald's Daten will ich jetzt nicht weiter eingehen.

Ich will nur noch hinzufügen, dass aus meinen Daten die Neigung von  $100:010$ , also  $180 - C = 89^\circ 11' 10''$  sich ergibt und für die Lage des rhombischen Schnittes der Winkel  $14^\circ 24'$ , also ganz ähnlich und nur wenig grösser wie der beim Periklin dafür von verschiedenen Forschern bereits constatirte Werth.

Derselbe Winkel aber würde aus den Bärwald'schen Daten zu  $52^\circ$  sich berechnen, welcher Werth den bisherigen Beobachtungen widerspricht, und auch wegen des sprunghaften Gegensatzes, der danach zwischen der Krystallisation des Periklins und des reinen Albites existiren müsste, bereits unwahrscheinlich erscheint.

#### **D. Vorläufige Bemerkungen über die optische und krystallographische Berechnung der Zwillingsskrystalle und Zwillinggruppen des Albites.**

Die häufigsten Zwillingbildungen der Plagioklase finden bekanntlich in der Weise statt, dass die zwillingsgemäss vereinigten Individuen je eine oder zwei von den Endflächen und in diesen eine Kante gemein haben, so zwar, dass entweder eine dieser Endflächen als Zwillingsebene oder die in ihr liegende Kante (eventuell deren Normale) als Zwillingsebene fungirt.

In allen diesen Fällen sind die vorstehend mitgetheilten krystallographischen Daten mehr als ausreichend, um die gegenseitige Lage der Endflächen an den Zwillingsskrystallen, speciell die Neigung von  $P:\underline{P}$  und  $M:\underline{M}$ , sowie die Neigung der verticalen Prismen und endlich die Neigung der Zonen  $M'P$  und  $\underline{P}|\underline{M}$  durch Rechnung festzustellen, sobald nur einmal das Gesetz der zwillingartigen Vereinigung richtig erkannt ist.

Kennt man aber den Winkel  $P:\underline{P}$  und gleichzeitig den Winkel, den die Zonenkanten  $\underline{P}|\underline{M}$  und  $\underline{P}|\underline{M}$  einschliessen, so ist es meist nicht schwer, sich mit ausreichender Genauigkeit darüber Rechenschaft zu geben, welche Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen auf den Endflächen der so vereinigten zwei Individuen zu erwarten sind.

Dieser Winkel lässt sich in dem folgenden, verhältnismässig einfachen Fall sofort direct angeben:

Wenn zwei nach dem Periklingesetz verbundene Individuen  $I$  und  $I'$  so mit einander verwachsen sind, dass die  $P$ -Flächen beider

Individuen oben neben einander zu liegen kommen, etwa wie bei den von Rath im Jahre 1876 bereits (Monatsberichte der k. Akad. d. Wissenschaften Berlin, Februar; Fig. 7) abgebildeten Durchdringungszwillingen, so wird man nach dem Entfernen der die Zwillingengrenze meist deutlicher markirenden Vicinalflächen durch Anschlagen einer Spaltfläche, bei der Spiegelung am Goniometer scheinbar eine einzige Fläche vor sich haben, in der die Grenzen beider Individuen vielleicht kaum zu unterscheiden sind, weil ja die Flächen selbst in einander fallen: Unter dem Polarisationsmikroskop wird hingegen die Unterscheidung leichter, da die Auslöschungsrichtungen der beiden Individuen nun einen Winkel einschliessen, der gleich  $2\alpha - 2(90 - \gamma)$ .<sup>1)</sup> Da  $\gamma = 89^\circ 3' 26''$ , der Unterschied gegen  $90$  also  $56' 44''$  beträgt, so wird die Auslöschungsdifferenz beider Individuen offenbar  $1^\circ 53' 8''$  weniger als  $8^\circ 24'$  also  $6^\circ 06' 52''$  ausmachen.

Denkt man sich jetzt aber an einem Albitzwilling, bestehend aus den Individuen *I* und *II*, sowohl dem Individuum *I* ein drittes Individuum *I'* als dem Individuum *II* ein viertes *II'* nach dem Periklingesetze beigelegt, dann wird die Differenz sich verdoppeln, die Auslöschungsdifferenz der beiden äusseren Individuen *I'* und *II'* gegenüber den ihnen nicht anliegenden inneren *II* und *I* jederseits  $1^\circ 53' 8''$  betragen, die Differenz zwischen *I'* und *II'* selbst hingegen sich dann um den doppelten Werth dieses Winkels gegen die den Albit-Zwillingen zukommende verändern, und zwar verkleinern müssen, weil der im rechten vorderen Quadranten gelegene Winkel  $\gamma$  der Axen *a* und *b* ein spitzer, die Axenschiefe  $\gamma$  also gegenüber dem „positiven“ Werthe der Auslöschungsschiefe einen negativen Werth besitzt.

Diese Differenz müsste im vorliegenden Falle also anstatt  $8^\circ 24'$  (wie beim Albitzwilling)  $8^\circ 24' - 2 \times 1^\circ 53' 8'' = 8^\circ 24' - 3^\circ 46' 16''$ , also  $4^\circ 37' 44''$  betragen.

Die Individuen *I'* und *II'* sind in keiner eigentlichen Zwillingstellung, wohl aber in directer Zwillingstellung zu *I* und *II* (die selbst wieder echte Zwillinge sind); ich will *I'* und *II'* mit Rücksicht darauf Zwillinge 2. Ordnung nennen.

Zwillingsstücke, an denen 4 Individuen in der eben beschriebenen Vereinigung theilnehmen, habe ich gelegentlich der optischen Studien am Labradorit und Anorthit

<sup>1)</sup> Unter  $\alpha$  die Auslöschungsschiefe auf *P*, hier also  $+4^\circ 12'$ , verstanden.

direct nachgewiesen; aber auch einen anderen Umstand konnte ich damals schon beobachten, dass nämlich bei einem solchen Zwillingstocke  $I$  und  $II$  local kleiner werden und schliesslich an einer bestimmten Stelle desselben ganz oder fast gänzlich daraus verschwinden können, so dass dann  $I$  und  $II$  übrig bleiben, welche nicht selten wieder in einer scharfen geraden Linie zusammentreten.

Ist dieses der Fall, dann sieht eine solche Vereinigung auf den ersten Blick einem wahren Albitzwilling täuschend ähnlich.

Bei der Messung ergibt sich auch  $P: \underline{P}$  genau gleich dem doppelten Complement von  $P: M$ , wie im anderen Falle, beim Albitgesetz.

Wenn  $M$  und  $\underline{M}$  vorhanden und messbar entwickelt sind, dann besteht ein ziemlich auffallender Unterschied freilich darin, dass beim Albitzwilling rechts und links scharfe Kanten zwischen den  $P$ - und  $M$ -Flächen zu constatiren sind, wofern die beiden  $P$ -Flächen im einspringenden Winkel zusammenstossen, während bei den Individuen  $I$  und  $II$  hier — die  $P$ -Flächen mit ihrem einspringenden Winkel nach oben gestellt gedacht — rechts und links umgekehrt die stumpfen Kanten  $P: M$  zu liegen kämen.

Ein zweiter Unterschied besteht überdies in dem Mangel der beim Albitzwilling selbstverständlichen Tautozonalität der vier Flächen  $P, \underline{P}, M$  und  $\underline{M}$ , indem die beim Albitzwilling parallelen Zonenkanten  $P: M$  jetzt einen Winkel von circa  $2^\circ$  einschliessen, was übrigens nur dann unzweifelhaft nachweisbar ist, wenn die Reflexbilder auf  $M$  und  $\underline{M}$  gleichzeitig sehr scharf sind.

Es ist ferner der Fall denkbar, dass zu zwei in der eben beschriebenen Weise zu einander gestellten Individuen  $I'$  und  $II'$  zwei weitere:  $I''$  zum ersten und  $II''$  zum zweiten in Zwillingstellung nach der Endfläche verbunden sind; ein solcher Zwillingstock würde an gewisse von Rose beschriebene, mehr noch an die von Rath l. c., Fig. 10 und 15 beschriebenen Durchkreuzungsdoppelzwillinge erinnern, — nur dass dann rechte und linke Hälfte nicht einfachem Fortwachsen entgegengesetzt liegender Individuen, sondern einer Zwillingbildung nach dem Albitgesetz ihre Entstehung zu verdanken hätten.

In solchem Falle würde an dem Auslöschungswinkel der Individuen  $I'$  und  $II'$  nichts geändert, indem derselbe auch jetzt wieder  $4^\circ 37' 44''$  betragen müsste, wie früher.

Die jetzt resultirende Vereinigung von  $I''$  und  $II''$  würde sich aber bezüglich der Lage der Endflächen  $P$  und  $M$  vom wahren

Albitzwilling durch nichts Anderes unterscheiden, als durch die mangelnde Tautozonalität derselben, ein Unterschied also, der eventuell gar nicht nachweisbar ist.

Dass das Periklingesetz untergeordnet, wahrscheinlich in der zuletzt angedeuteten, mehr latenten Weise, auch hier am Kasbeker Albit eine Rolle spielt, davon habe ich mich durch sorgfältige Betrachtung einer grossen Zahl von Krystallindividuen gleichfalls überzeugt. Von den oben gelegentlich der optischen Untersuchungen erwähnten Zwillingskeilen mit circa  $4\frac{1}{2}^\circ$  Auslöschungsdifferenz der den Keil bildenden Individuen mögen wohl einige hierher gehören.

Insbesondere aber scheint es mir mehr als Zufall zu sein, dass der von Bärwald l. c. gemessene Winkel ( $4^\circ 39'$ ) fast auf die Minute mit dem für eine derartige Vereinigung berechneten Winkel ( $4^\circ 37' 44''$ ) übereinstimmt; ich möchte es vielmehr für sehr wahrscheinlich halten, dass Bärwald wirklich einen solchen Zwilling an Stelle eines echten Albitzwillings vor sich hatte.

Viel häufiger und typischer ausgebildet als das Periklingesetz und die damit zusammenhängenden Gruppierungen treten am Kasbeker Albit solche Gruppierungen auf, welche an das Karlsbader und Albitgesetz sich derart anschliessen, dass alle die so vereinigten Individuen ihre Verticalaxen und abwechselnd je eines der beiden Pinakoide 100 und 010 gemein haben.

Der specielle Nachweis und die eingehende Beschreibung dieser eigenen Art von Zwillingsbildungen, welche, eben weil sie das wahre Albitgesetz und Karlsbader Gesetz gleichsam imitiren, von den gewöhnlichen Zwillingen oft äusserst schwer zu unterscheiden sind, ferner das Studium der interessanten Vereinigungen und Gruppen höherer Ordnung, zu denen die vorstehenden Zwillingsgesetze Anlass geben, die Erörterung der grossen scheinbaren Winkelschwankungen, welche namentlich in der verticalen Prismenzone dadurch hervorgerufen werden können, ihre Projection und Berechnung wird einen Hauptgegenstand meiner späteren Arbeit bilden.

Hier mag einstweilen nur so viel angedeutet werden, dass bei dem Zustandekommen der Zwillingsbildungen, die in Rede stehen, die Grösse des Winkels  $C$ , und zwar der Umstand, dass dieser Winkel beim vorliegenden Albit dem Rechten so nahe liegt, eine Hauptrolle spielt, und dass die daraus hervorgehenden Vereinigungen zu hypoparallelen Stellungen führen, bei denen die Individuen um

die Verticalaxe um einen ganz bestimmten, kleinen Winkel gedreht erscheinen, dessen Einheitswerth in der Zone der verticalen Prismenflächen  $1^{\circ}38'$  beträgt, sowie für die damit verbundene Veränderung in der gegenseitigen Neigung der  $P$ -Flächen der Winkel von  $22'$  und für die Differenz der Auslöschungswinkel der Werth von  $44'$  die Einheit abgibt.

Die Gesetzmässigkeit, welche solchen Zwillinggruppen zu Grunde liegt, lässt sich im Einzelnen nur dann mit Sicherheit feststellen, wenn auch die Zwillinge 1. Ordnung sämmtlich oder grösstentheils an ihnen sichtbar sind.

Wie genau aber Rechnung und Beobachtung übereinstimmen, wenn, nach Auffindung dieser Gesetzmässigkeit, die Winkel des Zwillingstockes aus den oben angeführten krystallographischen und optischen Daten abgeleitet werden, davon mag die folgende Zusammenstellung beobachteter und berechneter Winkel Zeugnis geben, welche sich auf die bei Besprechung der optischen Vorversuche unter 14) aufgeführte Vereinigung von je zwei Albit-Zwillingen-Individuen ( $a, a'$  und  $b, b'$ ) zu einer Gruppe höherer Ordnung bezieht:

Winkel der Auslöschungsrichtungen auf $P$			Neigung der Spaltflächen von $P$		
	Beobachtet	Berechnet		Beobachtet	Berechnet
$a \} a : a' =$	$8^{\circ} 12'$	$8^{\circ} 24'$	$P \} P : P' =$	$7^{\circ} 15'$	$7^{\circ} 20'$
$a' \} a' : b =$	$5^{\circ} 12'$	$5^{\circ} 28'$	$P' \} P' : P =$	$8^{\circ} 45'$	$8^{\circ} 48'$
$b \} b' : a =$	$11^{\circ} 18'$	$11^{\circ} 20'$	$P \} P' : P =$	$5^{\circ} 55'$	$5^{\circ} 52'$
$b' \} b : b' =$	$8^{\circ} 18'$	$8^{\circ} 24'$	$P' \} P : P' =$	$7^{\circ} 25'$	$7^{\circ} 20'$

Die Uebereinstimmung obiger Zahlen ist eine ganz ausserordentliche und dürfte am besten beweisen, ob und bis zu welchem Grade die der Rechnung zu Grunde gelegten Daten der Wahrheit nahekommen.

Das Gesetz, welches die vorstehend beschriebene Vereinigung beherrscht, wird in den angekündigten „Albitstudien“ seine Besprechung finden und nebst anderen durch ein entsprechendes Projectionsbild übersichtlich dargestellt werden.

Wien, Mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut,  
März 1886.



## XXI. Das Mischungsgesetz der Skapolithreihe.

Von G. Tschermak.

In meiner Arbeit über die Skapolithreihe <sup>1)</sup> habe ich den Versuch gemacht, das Mischungsgesetz der Skapolithe zu finden, und bin zu dem Resultate gelangt, dass die unveränderten Minerale dieser Reihe sich wie isomorphe Mischungen verhalten, in welchen zwei Silicate vorherrschen. Das eine, für welches ich die Formel  $Ca_8 Al_{12} Si_{12} O_{60}$  erhielt, kömmt in manchem Meionit vom Vesuv beinahe rein vor, während das andere, für welches ich die Formel  $Na_8 Al_8 Si_{18} O_{48} Cl_2$  berechnete, den Marialith von Pianura hauptsächlich zusammensetzt. Die aus diesen Formeln abgeleiteten theoretischen Zahlen wurden mit den vorhandenen Analysen verglichen, und es wurde gezeigt, dass die letzteren innerhalb der Fehlergrenzen mit der Rechnung übereinstimmen mit Ausnahme der Zahlen für Chlor, welches früher in den Skapolithen übersehen wurde.

Die Theorie sagt voraus, dass das bis jetzt noch nicht aufgefundene Mineral der Skapolithreihe, welches calciumfrei wäre, bei der Analyse ungefähr 4·2 Procent Chlor ergeben würde, und dementsprechend konnte im Jahre 1883 vorausgesagt werden, dass der Marialith, in welchem bis dahin kein Chlor bestimmt worden, bei der vollständigen Analyse ungefähr 4 Procent Chlor liefern würde.

Dies ist thatsächlich eingetroffen. Rammelsberg hat den Marialith neuerlich untersucht und hat darin 4 Procent Chlor bestimmt. Rammelsberg gibt jedoch nicht zu, dass diese Thatsache eine Bestätigung des genannten Mischungsgesetzes bilde, sondern er zögert dasselbe vollständig und glaubt Alles wieder in den alten Zustand zurückführen zu können, da für jeden Skapolith eine andere Formel nöthig war, ähnlich wie für jeden Plagioklas vor der Erkenntnis des Mischungsgesetzes. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der Wiener Akad., I. Bd. 88, pag. 1142 (Nov. 1883).

<sup>2)</sup> Sitzungsberichte der Berl. Akad. Bd. 30, pag. 589 bis 607 (Juni 1885). Eine frühere Abhandlung findet man in der Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., Jahrg. 1884, pag. 220 bis 247. Im Folgenden werden beide Schriften durch Anführung der Seitenzahl unterschieden.

Ich bin die abfälligen Aeusserungen des Herrn Rammelsberg gewohnt und wollte anfänglich, sowie nach den Bemerkungen bezüglich der Augite, Epidote, Glimmer auch diesmal eine Antwort unterlassen und die Entscheidung dem unbefangenen Urtheile der Fachgenossen und künftigen Arbeiten anheimstellen. Bei den Skapolithen ist aber wegen der grossen Veränderlichkeit und häufigen Unreinheit des Materiales ein Urtheil schwieriger zu gewinnen, daher unrichtige Behauptungen, welche sich auf beliebige Analysen stützen, nicht sogleich als solche erkannt werden. Da ausserdem die Aeusserungen Rammelsberg's meiner Darstellung nicht immer genau entsprechen, so glaubte ich diesmal besser zu thun, wenn ich denselben entgegentrete.

Was zuerst die Bemerkung Rammelsberg's betrifft, dass meine Arbeit nur als eine Speculation zu betrachten sei (pag. 222) und dass die Speculation der Erfahrung vorausgeeilt sei (pag. 589), muss ich bemerken, dass durch solche Redensarten leicht der Eindruck hervorgerufen werden könnte, als ob hier der Werth meiner Arbeit in den Augen der Forscher herabgesetzt werden wollte. Um meinen Gegner vor solcher Zumuthung zu schützen, will ich vor Allem erklären, dass jene von mir aus den Thatsachen gezogenen Schlüsse in der That in das Bereich der Speculation gehören.

Die Erkenntnis, dass die Erde sich um die Sonne bewegt, ist ein Ergebnis der Speculation, desgleichen der Satz, dass die Wärme eine Bewegung ist. Ebenso ist der Satz, dass die Olivine, die Granate, die Bronzite isomorphe Mischungen sind, Ergebnis der Speculation. Auch die Erkenntnis, dass die Plagioklase isomorphe Mischungen sind, ist nur eine „Speculation“, denn wir vermögen in keinem Plagioklas die Componenten aufzuzeigen, und daher gibt es auch jetzt noch Forscher, welche den Satz bezweifeln. Die Speculation erkennt den Zusammenhang der Thatsachen und dieser Zusammenhang lässt uns vordem unbekannte Thatsachen vorhersagen. Dass die Speculation den Thatsachen voraneilt, ist selbstverständlich, und es ist gerade die schönste Leistung derselben, dass sie uns durch dieses Voraneilen zu Entdeckungen führt. Es war auch ein Voraneilen der Speculation, als Adams und Leverrier den Ort des früher unbekannten Planeten Neptun berechneten, welchen Galle nachher an der bezeichneten Stelle thatsächlich auffand. Ebenso war es ein solches Voraneilen, als S. C. Weiss und Mohs

noch unbekannte Arten der Hemiëdrie vorausbestimmten, welche später thatsächlich gefunden wurden. Auch im vorliegenden Falle ist nur durch das Voraneilen der Speculation die Auffindung des Chlor im Marialith herbeigeführt worden.

Die Ermittlung der Componenten einer isomorphen Mischung ist in Bezug auf die mathematische Aufgabe eine sehr leichte Operation, sie wird nur öfter schwierig durch die Ungleichheit des Werthes der vorliegenden Beobachtungen. Bei den Skapolithen ist vor Allem eine Auswahl der vertrauenswürdigen Analysen erforderlich. Hierauf werden die Differenzen der nach steigendem Kieselerde- und fallendem Thonerdegehalte angeordneten Analysen gemäss den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmt. Aus der Gleichheit dieser Differenzen ergibt sich, dass die Analysen sich so verhalten, als ob in den Skapolithen wesentlich nur zwei Componenten vorhanden wären und es lässt sich entweder aus jenen Differenzen oder durch den Nachweis constanter Verhältnisse in den Analysen die chemische Zusammensetzung dieser beiden Componenten bestimmen. Nach dieser Methode wurde der Satz, dass die Minerale der Skapolithreihe sich wie Mischungen von wesentlich zwei Verbindungen verhalten, aus den vertrauenswürdigen Analysen abgeleitet. Rammelsberg nennt dies eine willkürliche Interpretation der Thatsachen (pag. 590). Dieser Ausdruck scheint aber nicht glücklich gewählt. Wenn ein geübter Musiker die Tonart eines bestimmten Musikwerkes als G-Dur bestimmt, so wäre dies auch eine willkürliche Interpretation der Thatsachen. Wenn ein Physiker die Längen eines Glasstabes bei verschiedenen Temperaturen vergleicht und nach Hinweglassung der minder guten Beobachtungen den Ausdehnungscoefficienten constant und gleich  $10^{-2} \cdot 8613$  findet, so müsste dies auch als eine willkürliche Interpretation der Thatsachen bezeichnet werden.

Die Skapolithe verhalten sich wie Mischungen von wesentlich zwei Verbindungen. Sind sie es aber auch wirklich? Dies lässt sich, wie gesagt, nicht augenfällig darthun, wird aber dann sehr wahrscheinlich, wenn jene beiden Verbindungen in der Natur nachgewiesen werden und wenn gezeigt wird, dass sie mit den Skapolithen isomorph sind. In meiner Arbeit wurde schon gesagt, dass jene beiden Verbindungen oder Endglieder der Reihe bisher noch nicht in völliger Reinheit aufgefunden worden seien, dass aber mancher Meionit vom Vesuv sich wie eine ungefähr 6procentige Mischung und der

Marialith sich wie eine ungefähr 90procentige Mischung verhalte. Wenn aber ein Mischungsgesetz zwischen 6 Procent und 90 Procent Geltung hat, dann ist die Wahrscheinlichkeit sehr gross, dass es von 0 Procent bis 100 Procent gelte. Wenn ich aber unter dieser Voraussetzung die chemische Zusammensetzung der beiden Endglieder berechne und sage, dass diese, wenn sie aufgefunden würden, die berechnete Zusammensetzung haben würden, so geht dies über die Grenzen der Beobachtung hinaus. Insofern ist Rammelsberg berechtigt zu sagen, dass die beiden Endglieder hypothetische Verbindungen seien (pag. 234). Dadurch wird aber das erkannte Mischungsgesetz nicht beeinträchtigt.

Zirkel hat dem letzteren Ausspruche gegenüber darauf hingewiesen, dass auch bei vielen anderen Mischungen, deren Gesetz allgemein anerkannt ist, die Endglieder hypothetische seien, z. B. wie bei den Granaten.<sup>1)</sup> Rammelsberg selbst schreibt ohne Bedenken für solche Endglieder die Formeln  $Mg_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ ,  $Fe_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ ,  $Mn_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ ,  $Ca_3 Cr_2 Si_3 O_{12}$  und noch viele andere. Bisher ist aber noch kein Granat gefunden worden, dessen Zusammensetzung einer dieser Formeln entspräche. Aber auch in einfacheren Fällen gilt dasselbe. So z. B. sind in der Olivingruppe die Verbindungen  $Mg_2 Si O_4$ ,  $Mn_2 Si O_4$ ,  $Zn_2 Si O_4$  hypothetische.

Uebrigens steht die Sache bei der Skapolithreihe nicht so schlimm, als man nach der Aeusserung Rammelsberg's glauben sollte. Dies zeigt die folgende Zusammenstellung, in welcher die für das eine Endglied nämlich für reinen Meionit, berechneten Zahlen und Wolff's Analyse eines Meionits vom Vesuv verglichen werden.

	Meionit berechnet	Wolff's An.
Kieselsäure . . . . .	40·31	40·53
Thonerde . . . . .	34·60	32·72
Eisenoxyd . . . . .		0·18
Kalk . . . . .	25·09	24·24
Natron und Kali . . .		1·81
	100	99·48

Auch bei der Bestimmung des Mischungsgesetzes der Plagioklasse waren die Endglieder noch nicht völlig rein bekannt. Dies

<sup>1)</sup> Elemente der Mineralogie, 12. Auflage 1885, pag. 602.

zeigen die für reinen Anorthit berechneten Zahlen gegenüber der zunächst kommenden Analyse eines vesuvischen Anorthits von Abich.

	Anorthit berechnet	Abich's An.
Kieselsäure . . . .	43·01	43·96
Thonerde . . . .	36·92	35·30
Eisenoxyd . . . .		0·63
Kalk . . . .	20·07	18·98
Magnesia . . . .		0·45
Natron . . . .		0·47
Kali . . . .		0·39
	<hr/> 100	<hr/> 100·18

Die Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung sind in beiden Fällen gleichartige und von ähnlichem Betrage. Wenn es nun gestattet war, die Anorthitsubstanz als nachgewiesen zu betrachten, so wird es auch nicht allzusehr gewagt sein, die Meionitsubstanz als in der Natur vorhanden anzunehmen.

Das zweite Endglied ist noch nicht rein gefunden worden; die bisherigen provisorischen<sup>1)</sup> Analysen des Marialiths nähern sich bloß den berechneten Zahlen.

	Marialith-S. berechnet	v. Rath	Rammelsberg	90proc. Mischung berechnet
Kieselsäure . . . .	63·83	62·28	61·40	61·48
Thonerde . . . .	18·26	21·67	19·63	19·89
Kalk . . . .		4·60	4·10	2·51
Magnesia . . . .		0·30		
Natron . . . .	14·66	9·31		13·19
Kali . . . .		1·14		
Chlor . . . .	4·20		4·00	3·78
	<hr/> 100·95			<hr/> 100·85

Es genügt jedoch, das eine Endglied als ein mit den Skapolithen isomorphes Mineral nachgewiesen zu haben. Existirt die eine

<sup>1)</sup> Die Analyse v. Rath's vom Jahre 1866 wurde mit einer geringen Menge von Material ausgeführt, auch Rammelsberg scheint 1885 nur wenig Material zur Verfügung gehabt zu haben. Da nicht vorausgesetzt werden kann, dass beide analysirten Proben von demselben Fundstücke genommen waren, so ist es, abgesehen von der Divergenz der Zahlen, nicht gestattet, aus diesen beiden Analysen das Mittel zu nehmen oder Zahlen der einen Analyse mit Zahlen der anderen zu combiniren.

Substanz und gibt es damit isomorphe Minerale, die sich als Mischungen dieser Substanz mit einer zweiten berechnen lassen, so ist die Existenz dieser zweiten höchst wahrscheinlich. Von diesem Satze hat man bisher, wie bekannt, einen sehr ausgiebigen Gebrauch gemacht. Ich glaubte daher denselben nicht besonders rechtfertigen zu müssen.

Der erste chemische Theil meiner Arbeit beschäftigte sich mit der Auffindung des Mischungsgesetzes. Zuerst wurde gezeigt, dass bei der Anordnung der Skapolithanalysen nach steigendem Kieselsäuregehalt eine Abnahme der Thonerde und des Kalkes zu bemerken ist, während die Menge der Alkalien zunimmt. Hier mögen wiederum einige Beispiele angeführt werden.

	1	2	3	4	5
Kieselsäure . . .	40·53	42·07	44·26	45·13	48·79
Thonerde . . .	32·72	31·71	30·37	29·83	15·20
Kalk . . .	24·24	22·43	20·17	18·98	28·16
Natron . . .	1·81	0·54	1·15	2·73	4·52
Kali . . .		0·31	2·75	1·40	0·54
	6	7	8	9	10
Kieselsäure . . .	50·29	52·48	52·57	56·04	62·28
Thonerde . . .	27·37	25·56	24·24	23·92	21·67
Kalk . . .	12·71	12·44	11·57	9·28	4·60
Natron . . .	7·59	6·52	7·19	8·66	9·31
Kali . . .	0·87	0·79	0·42	1·27	1·14

1. Meionit v. Vesuv, Stromeyer; 2. ebendaher, Wolff; 3. Skapolith von Ersby, vom Rath; 4. Meionit v. Laach, vom Rath; 5. Skapolith von Bolton, Wolff; 6. Passauit v. Obernzell, Kobell; 7. Skapolith v. Malsjö, Sipöcz; 8. Skapolith v. Arendal, Sipöcz; 9. Skapolith v. Bolton, Hermann; 10. Marialith v. Pianura, vom Rath.

Man hat also hier dieselbe Erscheinung wie bei den Plagioklasen. Dem widerspricht jedoch Rammelsberg, welcher angibt, „dass meine Speculation keine Parallele zu dem Mischungsgesetze der Feldspäthe bilde“ (pag. 222). Merkwürdiger Weise schliesst aber dieselbe Abhandlung mit dem Satze: „Der Gedanke, dass ein Mischungsgesetz gleichwie in der Feldspathgruppe auch hier herrsche, hat seine volle Berechtigung, sein Nachweis setzt aber denjenigen der Endglieder voraus, welcher dermalen noch fehlt.“

Die Aehnlichkeit der Zusammensetzung beim Skapolith und Plagioklas ist aber keine bloß allgemeine, sondern eine so grosse, dass in den Skapolithen das Verhältniss von Kieselsäure und Thonerde dasselbe ist, wie in den Plagioklasen. Ich habe dies an einer genügenden Zahl von Beispielen gezeigt. Wenn man die für eine bestimmte Plagioklasmischung berechneten percentischen Mengen mit 0·93 multiplicirt (wodurch die Verhältnisse nicht geändert werden), so erhält man für Kieselerde und Thonerde Zahlen, welche der Zusammensetzung eines Skapolithes entsprechen.

	Plagioklas		Skapolith	
	$An_2 Ab$	umgerechnet	1	2
Kieselsäure . . .	46·3	43·2	43·36	42·07
Thonerde . . .	34·6	32·2	32·09	31·71
	$An_3 Ab$	u.	3	4
Kieselsäure . . .	49·1	45·7	45·13	45·79
Thonerde . . .	32·8	30·5	29·83	30·11
	$An_4 Ab$	u.	5	6
Kieselsäure . . .	51·2	47·6	48·79	48·34
Thonerde . . .	31·4	29·2	28·16	29·09
	$An_5 Ab_3$	u.	7	8
Kieselsäure . . .	53·6	49·9	49·88	49·20
Thonerde . . .	29·8	27·7	27·02	27·30
	$An Ab$	u.	9	10
Kieselsäure . . .	53·1	51·5	50·91	50·04
Thonerde . . .	28·5	26·5	25·81	25·68
	$An_3 Ab_4$	u.	11	12
Kieselsäure . . .	57·3	53·3	52·65	52·48
Thonerde . . .	27·3	25·4	25·32	25·56
	$An Ab_3$	u.	13	14
Kieselsäure . . .	59·7	55·5	54·86	54·70
Thonerde . . .	25·6	23·8	22·45	23·80
	$An Ab_5$	u.	15	16
Kieselsäure . . .	65·6	61·0	61·40	62·28
Thonerde . . .	21·7	20·2	19·63	21·67

1. Meionit v. Vesuv, Neminar. 2. Ebendaher, Wolff.  
 3. v. Laach, vom Rath. 4. Sk. v. Bolton, Stadtmüller.  
 5. Ebendaher, Wolff. 6. Ebendaher, Petersen. 7. Sk. v. Malsjö,  
 Wolff. 8. v. Obernzell, Schafhäutl. 9. v. Arendal, Wolff.  
 10. v. Malsjö, vom Rath. 11. v. Gouverneur, Sipöcz. 12. v. Malsjö,

Sipöcz. 13. v. Ripon, Adams. 14. Mizzonit v. Vesuv, vom Rath. 15. Marialith v. Pianura, Rammelsberg. 16. M. ebendaher, vom Rath.

Diese Beispiele aus verschiedenen Abstufungen der Skapolithmischung zeigen, dass das Verhältnis zwischen Silicium und Aluminium in den Endgliedern der Skapolithreihe dasselbe ist, wie in den Endgliedern der Plagioklasreihe. In der Meionitsubstanz ist demnach das Verhältnis der Kieselsäure und Thonerde  $2 \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ , wie im Anorthit und in der Marialithsubstanz  $6 \text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ , wie im Albit. Mithin ist bereits ein Theil der chemischen Formel beider Endglieder bekannt.

Dieser Schluss, welcher darauf beruht, dass die Skapolithmischungen sich bezüglich *Si* und *Al* so verhalten, als ob in jedem Skapolith ein Plagioklas enthalten und mit 7 Procent einer kiesel- und thonerdefreien Substanz verbunden wäre, ist nicht angefochten worden und es ist auch leicht, sich von der Richtigkeit derselben zu überzeugen.

In meiner Arbeit wird hierauf gezeigt, dass in den Analysen des Meionit vom Vesuv, der Skapolithe von Gouverneur, Malsjö und Arendal, welche im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig an vorzüglichem, von mir ausgesuchtem Materiale angestellt wurden, die Verbindungszahlen ein constantes Verhältnis zwischen Thonerde und der Summe von Kalk und Alkalien darbieten.

	$\text{Al}_2\text{O}_3$	:	$\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}$
Vesuv . . . . .	3	:	3.98
Gouverneur . . . .	3	:	4.00
Malsjö . . . . .	3	:	3.97
Arendal . . . . .	3	:	4.16

Daraus ist zu erkennen, dass sowohl in dem kieselärmeren Meionit, als auch in den kieselreicheren Mischungen das gedachte Verhältnis 3 : 4 sei.

Man gelangt zu demselben Verhältnis, wenn man eine grössere Anzahl von Analysen desselben Beobachters berechnet und das Mittel der erhaltenen Zahlen nimmt, um so den Einfluss der Beobachtungsfehler möglichst zu verringern. Man darf aber nur jene Analysen benutzen, welche keine grösseren Mengen von Glühverlust, Kohlensäure, Magnesia, Eisen angeben, da solche einem unreinen Materiale entsprechen.



Wolff:		vom Rath:	
Vesuv . . . .	3 : 4·00	Vesuv . . . .	3 : 4·29
Bolton . . . .	3 : 3·81	Ersby . . . .	3 : 4·28
Hesselkulla . . . .	3 : 4·03	Laach . . . .	3 : 4·14
Malsjö . . . .	3 : 4·09	Pargas . . . .	3 : 3·53
Arendal . . . .	3 : 4·33	Baikalsee . . . .	3 : 4·33
Mittel	3 : 4·05	Malsjö . . . .	3 : 4·37
		Gouverneur . . . .	3 : 4·56
		Mizzonit . . . .	3 : 4·45
		Marialith . . . .	3 : 3·59
		Mittel	3 : 4·17
Rammelsberg:			
Ersby . . . .	3 : 4·09		
Malsjö . . . .	3 : 4·39		
Gouverneur . . . .	3 : 4·15		
Pargas . . . .	3 : 4·04		
Mittel	3 : 4·17		

Auch diese Beispiele, welche den verschiedensten bekannten Abstufungen der Skapolithmischung angehören, dienen zur Bestätigung des vorhin erhaltenen Resultates, dass jenes Verhältnis 3 : 4 sei, zum Unterschiede vom Plagioklas, in welchem dasselbe 1 : 1 ist. Dieses Resultat wird aber von Rammelsberg bestritten, da derselbe sagt (pag. 235): „Tschermak setzt das constante Verhältnis 3 : 4 voraus und kommt dadurch mit den Thatsachen in Widerspruch, da dasselbe im Mizzonit 3 : 4·44, im Marialith 3·54 gefunden ist.“

Diese beiden Zahlen, welche man genauer auch unter den zuvor angeführten Beispielen findet, sollen nach Rammelsberg geeignet sein, das Resultat 3 : 4 umzustossen. Zwei Seiten vorher (pag. 232), also in derselben Abhandlung, liest man jedoch die Bemerkung, dass G. vom Rath's Analyse des Marialiths nur mit wenig Material ausgeführt und deren Resultat wohl nur als ein vorläufiges zu betrachten sei! Darauf habe ich schon früher in meiner Arbeit hingewiesen (pag. 1171). Bezüglich des Mizzonit gibt vom Rath selbst an, dass er zur Alkalienbestimmung nur 337 Milligramm verwenden konnte! Jene beiden Zahlen, einzeln genommen, können also weder etwas für, noch etwas gegen die Constanz des Verhältnisses 3 : 4 beweisen. In der ganzen Reihe der vom Rath'schen Analysen aber habe ich sie selbst angeführt, und es hat sich gezeigt, dass trotz der grossen Schwankungen, welche gerade diese Analysen ergeben, das Mittel sich doch 3 : 4 nähert.

Wenn die Giltigkeit dieses Verhältnisses, welches aus den besten Analysen abgeleitet ist, bekämpft werden soll, dann müssen wohl bessere Beobachtungen als jene zwei in's Feld geführt werden. Den erhobenen Einwurf kann ich nicht als gerechtfertigt ansehen.

Bei einer anderen Gelegenheit<sup>1)</sup> werden nicht nur die zuvor betrachteten zwei Analysen, sondern auch solche mit bedeutenden Mengen von Kohlensäure (Rossie 3.00, Boxborough 2.73 Procent), welche hier, wie Rammelsberg pag. 223 selbst bemerkt hat, von jeder Berechnung auszuschliessen sind, benutzt, um einen Einwurf gegen die Constanz des Verhältnisses 3 : 4 zu stützen. Dadurch wird es aber noch schwieriger, der mir entgegengesetzten Kritik jenen Grad von Unbefangenheit zuzugestehen, welcher hier wohl zu fordern ist.

In meiner Arbeit entwickelte ich den Satz: Wenn in Mineralen, welche wechselnde Mischungen eines calciumhaltigen und eines natriumhaltigen Silicates sind, das Verhältniß der Thonerde zu der stöchiometrischen Summe von Kalk und Alkalien 3 : 4 ist, so muss im ersten Silicate das Verhältniß der Thonerde zum Kalk 3 : 4 und im zweiten Silicate das Verhältniß der Thonerde zu den Alkalien 3 : 4 sein. Dieses Resultat in Verbindung mit den früheren ergibt für das erste Silicat (Meionitsubstanz) . .  $6 \text{ SiO}_2 : 3 \text{ Al}_2 \text{O}_3 : 4 \text{ CaO}$   
 „ zweite „ (Marialithsubstanz) .  $18 \text{ SiO}_2 : 3 \text{ Al}_2 \text{O}_3 : 4 \text{ Na}_2 \text{O}$ .

Somit wären die Formeln der beiden Endglieder bestimmt, wofern in den Skapolithen bloß jene Stoffe enthalten wären, welche die Plagioklase bilden. Doch geben alle bisher genauer untersuchten Skapolithe Chlor, manche ausserdem Schwefelsäure in erheblichen Mengen. Demnach ist in den Skapolithen mindestens eine chlorhaltige und mindestens eine schwefelsäurehaltige Substanz enthalten, aber nur die chlorhaltige ist in allen bisher genauer untersuchten Mineralen der Skapolithreihe vorhanden. Um die hier zu lösende Aufgabe nicht von vornherein zu compliciren, ging ich vorläufig nur darauf aus, die stets vorhandene chlorhaltige Substanz kennen zu lernen. Dabei mussten alle Analysen der als unrein oder verändert erkannten Skapolithe, ebenso diejenigen, welche einen erheblichen Gehalt an Schwefelsäure angeben, ausser Betracht bleiben und es durften bloß die Analysen krystallisirter und durchsichtiger Minerale.

<sup>1)</sup> Ergänzungsheft zur 2. Aufl. d. Handbuches d. Mineralchemie. 1896, pag. 219.

welche zugleich frei von Kohlensäure waren, benützt werden, da Adams gezeigt hatte, dass die Skapolithe bei der Veränderung Chlor abgeben und Kohlensäure aufnehmen, wobei sie trübe werden.

Nach dieser Sichtung ergab sich, dass mit steigendem Natriumgehalte auch der Chlorgehalt in gleichem Masse zunimmt, woraus geschlossen wurde, dass das Chlor dem natriumhaltigen Silicat (Marialithsubstanz) zugehöre.

Nun war das Verhältnis zu bestimmen, in welchem das Natrium zu dem Chlor steht. Dazu können bloß jene Analysen benutzt werden, welche einen grösseren Chlorgehalt angeben, da bei geringem Chlorgehalte das gesuchte Verhältnis durch die Beobachtungsfehler ganz verdeckt wird.

Die Rücksichtnahme auf die möglichen Beobachtungsfehler fordert ganz allgemein, dass Beobachtungen, die an sehr geringen Mengen angestellt sind, oder deren Resultat ein minimales ist, bei der Berechnung von gesetzmässigen Verhältnissen ausgeschlossen werden. Dies wird leider noch heute von manchen Mineralchemikern vernachlässigt.

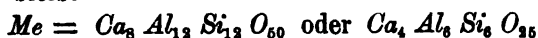
Von den bisherigen Analysen sind vier zu der Aufsuchung des Verhältnisses zwischen *Na* und *Cl* brauchbar. Die gefundene Schwefelsäure wurde gleichfalls berechnet.

	<i>Na</i>	<i>Cl</i>	<i>SO<sub>2</sub></i>
Ripon nach Adams . . . . .	2.94	0.68	0.10
Gouverneur nach Sipöcz . . . . .	2.48	0.60	0.02
„ „ Rammelsberg . . . . .	2.94	0.66	—
Malsjö „ Sipöcz . . . . .	2.27	0.48	0.07
Mittel	2.66	0.61	0.05

Diese Bestimmungen nähern sich durchwegs dem Verhältnisse 4 *Na* : *Cl*. Obwohl sich dieses Resultat nur auf wenige Beobachtungen stützt, so gewinnt es doch dadurch sehr an Wahrscheinlichkeit, dass es, mit den für das Marialithsilicat erhaltenen Zahlen combinirt, eine einfache und leicht verständliche Formel gibt, während alle anderen Verhältnisse zwischen Chlor und Natrium, welche aus den obigen Beobachtungen abgeleitet werden könnten, zu complicirten und unverständlichen Formeln führen. Nach Einführung des Resultates 4 *Na* : *Cl* lautet nunmehr die Formel für die Marialithsubstanz:



während für das andere Endglied, die Skapolithsubstanz, dieselbe unverändert bleibt



Die Constanz des Verhältnisses zwischen Natrium und Chlor wird von Rammelsberg ebenfalls in Zweifel gestellt. In der Abhandlung, pag. 606, werden die Verhältnisse zwischen  $Na Cl$  und  $Na_2 O$  angeführt, welche nach dem oben angeführten Resultate 1 : 3 sein sollten. Rammelsberg berechnet für:

	$Na Cl : Na_2 O$
Ersby, nach Rammelsberg . . . . .	1 : 11
Malsjö, „ „ . . . . .	1 : 6
Gouverneur, . . . . .	1 : 3
Ripon, nach Adams . . . . .	1 : 5
Marialith, nach v. Rath und Rammelsberg . .	1 : 1.5

und findet, dass die Menge des Chlornatrium im Allgemeinen mit der des Natrons zunimmt (dass also das Verhältnis  $Na Cl : Na_2 O$  nicht constant ist). Hier ist aber blos die Zahl für Gouverneur richtig, die für Ripon unrichtig berechnet, die übrigen drei Zahlen sind unbrauchbar. Unbrauchbar ist die Zahl für Marialith, auch wenn sie richtig berechnet wäre, weil hier die provisorischen Resultate vom Rath's mit jenen Rammelsberg's combinirt erscheinen. Unbrauchbar sind die Zahlen für Ersby und Malsjö, welche aus Analysen Rammelsberg's abgeleitet werden, weil Ersby nur eine sehr geringe Menge Chlor enthalten kann (berechnet 0.67 gefunden 0.20 Procent) und weil das untersuchte Material in Betracht der hier zu stellenden Anforderungen bedenklich ist. Ersby: zwar derb, aber vollkommen frisch und spaltbar, pag. 594. Malsjö: röthlich, derb, nach der Entfernung einer kleinen Menge von Kalkspath mit Essigsäure, pag. 595.

Da es aber noch immer scheinen könnte, als ob ich brauchbare Beobachtungen von der Rechnung ausschliessen wollte, so erkläre ich mich gerne bereit, falls mir die untersuchten Minerale zur Verfügung gestellt werden, eine Prüfung derselben vorzunehmen. Diese wird zeigen, ob das Material für den in Rede stehenden Zweck ungünstig war, oder ob die analytischen Ergebnisse zu berücksichtigen sind. Bis dahin bin ich genöthigt, jene Analysen bei der Berechnung des Verhältnisses zwischen Chlor und Natrium ausser Betracht zu lassen.

In dem zweiten chemischen Theile meiner Abhandlung habe ich die vorhandenen Analysen der Skapolithe mit Ausnahme derjenigen, welche an stark veränderten Mineralen angestellt wurden, mit den theoretischen procentischen Zahlen, die sich auf verschiedene Mischungen der genannten beiden Endglieder beziehen, verglichen.

Ich wiederhole hier jene Zusammenstellung:

1. Meionit vom Vesuv nach Stromeyer. 2. Nach Wolff.  
3. Nach v. Rath. 4. Nach Neminar. 5. Ersbyit von Ersby bei Pargas, v. Rath. 6. Skapolith von Pargas, Wolff. 7. Meionit von Laach, v. Rath. 8. Skapolith von Pargas, v. Rath. 9. Skapolith von Bucks Cty, Penn. nach Leeds.

	<i>Me</i>	1.	<i>Me<sub>11</sub>Ma</i>	2.	3.
Kieselsäure . . . . .	40·31	40·53	42·18	42·07	42·55
Thonerde . . . . .	34·60	32·72	33·31	31·71	30·89
Eisenoxyd . . . . .	.	0·18	.	.	0·41
Kalk . . . . .	25·09	24·24	23·09	22·43	21·41
Magnesia . . . . .	.	.	.	.	0·83
Natron . . . . .	.	1·81	1·16	0·45	1·25
Kali . . . . .	.		.	0·31	0·93
Chlor . . . . .	.	.	0·33	.	.
Glühverlust . . . . .	.	.	.	0·31	0·19
	100	99·48	100·07	97·29	98·46

	4.	<i>Me<sub>5</sub>Ma</i>	5.	6.	<i>Me<sub>3</sub>Ma</i>
Kieselsäure . . . . .	43·36	44·06	44·26	45·10	45·96
Thonerde . . . . .	32·09	32·00	30·37	32·76	30·68
Kalk . . . . .	21·45	21·09	20·17	17·84	19·06
Magnesia . . . . .	0·31	.	0·15	.	.
Natron . . . . .	1·35	2·33	1·15	0·76	3·52
Kali . . . . .	0·76	.	2·75	0·68	.
Chlor . . . . .	0·14	0·67	.	.	1·01
Glühverlust . . . . .	<sup>1)</sup>	.	0·58	1·04	.
	100·67	100·15	99·43	98·18	100·23

<sup>1)</sup> Ausserdem 0·72 CO<sub>2</sub> und 0·27 H<sub>2</sub>O.

	7.	8.	9.	$Me_3Ma$
Kieselsäure . . . . .	45·13	45·46	47·47	47·87
Thonerde . . . . .	29·83	30·96	27·51	29·35
Kalk . . . . .	18·98	17·22	17·59	17·02
Magnesia . . . . .	0·13	.	1·20	.
Natron . . . . .	2·73	2·29	3·05	4·71
Kali . . . . .	1·40	1·31	1·40	.
Chlor . . . . .	.	.	.	1·35
Glühverlust . . . . .	0·41	1·29	1·48	.
	98·61	98·53	99·70	100·30

Die zweite Abtheilung umfasst die Mischungen innerhalb der Grenzen  $Me_3Ma_4$  bis  $Me_4Ma_3$  oder, anders bezeichnet, zwischen  $Me_3Ma$  bis  $MeMa_3$ , was einem Kieselsäuregehalt von 48 bis 56 Procent entspricht. Die Minerale werden gewöhnlich unter Mizzonit und Skapolith begriffen. Bei Descloizeaux stehen dieselben unter Paranthin, Dipyr, Scolexerose, bei Dana unter Ekebergit ( $SiO_2 = 49$  bis 52), Mizzonit und Dipyr ( $SiO_2 = 52$  bis 56).

10. Skapolith von Bolton, Petersen. 11. Sk. von Ersby, Hartwall u. Hedberg. 12. Sk. von Bolton, Wolff. 13. Passauit von Obernzell, Schafhäutl. 14. Ekebergit von Hesselkulla, Wolff. 15. Sk. von Malsjö, Wolff. 16. Derselbe, v. Rath. 17. Passauit von Obernzell, v. Kobell. 18. Sk. v. Pargas, Hartwall. 19. Sk. von Arendal, Wolff. 20. Sk. von Malsjö, 21. von Gouverneur, 22. von Arendal, alle drei nach Sipöcz. 23. Sk. von Gouverneur, 24. Mizzonit vom Vesuv, beide nach v. Rath.

	$Me_3Ma$	10.	11.	12.	$Me_4Ma_3$	13.	14.
Kieselsäure . . .	47·87	48·34	48·77	48·79	49·80	49·20	49·26
Thonerde . . .	29·35	29·09	31·05	28·16	28·01	27·30	26·40
Eisenoxyd . . .	.	.	.	0·32	.	.	0·54
Kalk . . . . .	17·02	15·40	15·94	15·02	14·96	15·48	14·45
Magnesia . . .	.	.	.	1·29	.	.	.
Natron . . . . .	4·71	6·56	3·25	4·52	5·92	4·53	6·14
Kali . . . . .	.		.	0·54	.	1·23	0·65
Chlor . . . . .	1·35		.	.	1·69	0·92	.
Glühverlust . . .	.	0·62	0·61	0·74	.	1·20	0·69
	100·30	100	99·62	99·36	100·38	99·65	98·12

	15.	16.	17.	18.	19.	<i>MeMa</i>
Kieselsäure. . .	49·88	50·04	50·29	52·11	50·91	51·73
Thonerde. . . .	27·02	25·68	27·37	27·60	25·81	26·65
Eisenoxyd . . .	0·21	.	.	0·55	0·75	.
Kalk . . . . .	12·71	12·64	13·53	13·53	13·34	12·88
Magnesia. . . .	0·85	1·06	.	<sup>1)</sup>	0·58	.
Natron . . . . .	7·59	5·89	5·92	3·86	7·09	7·13
Kali . . . . .	0·87	1·54	0·17		0·85	.
Chlor . . . . .	.	.	.	.	.	2·04
Glühverlust . .	0·77	2·50	.	0·73	0·41	.
	99·90	99·35	97·30	98·38	99·74	100·46

	20.	21.	22.	<i>Me<sub>5</sub>Ma<sub>7</sub></i>	23.	24.	<i>MeMa<sub>3</sub></i>
Kieselsäure. . .	52·48	52·65	52·57	53·72	52·25	54·70	55·70
Thonerde. . . .	25·56	25·32	24·24	25·29	23·97	23·80	23·91
Eisenoxydul . .	0·39	0·11	0·26	.	.	.	.
Kalk . . . . .	12·44	11·30	11·57	10·78	9·86	8·77	8·67
Magnesia . . . .	.	0·23	.	.	0·78	0·22	.
Natron . . . . .	6·52	6·64	7·19	8·36	8·70	9·83	9·59
Kali . . . . .	0·79	1·58	0·42	.	1·73	2·14	.
Chlor . . . . .	1·70	2·14	1·63	2·39	.	.	2·75
Schwefelsäure .	0·58	0·14	0·90	.	.	.	.
Kohlensäure . .	0·14	.	0·39	.	.	.	.
Wasser . . . . .	0·61	0·42	0·69	.	1·20	0·13	.
	101·21	100·53	99·86	100·54	98·49	99·59	100·62

Zur dritten Abtheilung werden jene Mischungen gerechnet, welche in dem Intervall von *Me<sub>4</sub>Ma<sub>3</sub>* bis *Ma<sub>13</sub>* oder, anders geschrieben, von *MeMa<sub>2</sub>* bis *Ma* liegen; was dem Kieselsäuregehalt von 56 bis 64 Procent entspricht. Die Minerale werden gewöhnlich unter den Namen Skapolith, Dipyr, Marialith angeführt.

25. Dipyr von Libarens, Delesse. 26. D. von Pouzac, Dammour. 27. Skapolith von Bolton, Hermann. 28. Sk. von Ripon in Quebec, Adams. 29. Prehnitoid von Solberg, Schweden, Blomstrand. 30. Marialith von Pianura, v. Rath.

<sup>1)</sup> Die Magnesia beim Eisenoxyd.

	<i>MeMa<sub>1</sub></i>	25.	26.	27.	28.	29.	<i>MeMa<sub>2</sub></i>
Kieselsäure. . . . .	55·70	55·5	56·22	56·04	54·86	56·00	57·71
Thonerde. . . . .	23·91	24·8	23·05	23·92	22·45	22·45	22·52
Eisenoxyd . . . . .	.	.	.	1·14 <sup>1)</sup>	0·49	1·04 <sup>2)</sup>	.
Kalk . . . . .	8·67	9·0	9·44	9·28	9·09	7·79	6·53
Magnesia . . . . .	.	.	.	0·20	.	0·36	.
Natron . . . . .	9·59	9·4	7·68	8·66	8·36	10·07	10·84
Kali . . . . .	.	0·7	0·90	1·27	1·13	0·46	.
Chlor . . . . .	2·75	.	.	.	2·41	.	3·10
Wasser . . . . .	.	.	2·41	.	0·14 <sup>3)</sup>	1·04	.
	100·62	100	99·70	100·65	100·45	99·36	100·70

	<i>MeMa<sub>4</sub></i>	30.	<i>Ma</i>
Kieselsäure . . . . .	59·73	62·28	63·83
Thonerde . . . . .	21·11	21·68	18·26
Kalk . . . . .	4·37	4·60	.
Magnesia . . . . .	.	0·30	.
Natron . . . . .	12·10	9·31	14·66
Kali . . . . .	.	1·14	.
Chlor . . . . .	3·47	.	4·20
	100·78	99·30 <sup>4)</sup>	100·95

Dazu bemerkte ich:

In den vorstehenden Zahlen ist eine allgemeine Uebereinstimmung der Analysen mit den Forderungen der Rechnung zu erkennen. Die vorkommenden Abweichungen sind nicht grösser als die Unterschiede solcher Analysen, welche gleiche Minerale betreffen. Wenn man berücksichtigt, dass die angewandten Methoden von verschiedenem Werthe sind, dass die fremden Beimengungen eine Verschiebung der Zahlen verursachen, endlich, dass in der Rechnung auf die Existenz der enthaltenen Kohlensäure-, Schwefelsäureverbindungen und Hydrate keine Rücksicht genommen ist, so wird man auch keine bessere Uebereinstimmung von Rechnung und Beobachtung erwarten.

<sup>1)</sup> Ausserdem 0·14 Manganoxydul.

<sup>2)</sup> Ausserdem 0·72 hygroskop. Wasser und 0·80 Schwefelsäure.

<sup>3)</sup> Ausserdem 0·18 Manganoxydul.

<sup>4)</sup> Nach Abrechnung des beigemengten Magnetits und Umrechnung auf die frühere Summe.



An diese Vergleichung der theoretischen und gefundenen Werthe knüpft Rammelsberg folgende Bemerkung (pag. 235):

„Indem Tschermak die relativen Mengen von Meionitsubstanz und Marialithsubstanz berechnet, welche in den angenommenen Mischungen enthalten sein sollen, macht er die Ansicht geltend, dass an einem und demselben Fundort das Mineral ungleich zusammengesetzt vorkomme, dass es z. B. zweierlei Wernerite von Gouverneur gebe, indem er die Differenzen in den verschiedenen Analysen verschiedener Untersucher berücksichtigt. Bisher war dies nicht üblich; man hielt eine einzelne Analyse in ihren Zahlenwerthen nicht für — wenn man so sagen darf — unfehlbar, man zog sämtliche Analysen eines Vorkommens in Betracht und suchte, auf die Gleichheit der physikalischen Eigenschaften gestützt, die gleiche Zusammensetzung aus den Analysen nach den chemischen Gesetzen zu ermitteln.“

Hier wird mir eine Ansicht zugemuthet, welche ich nirgends äusserte oder vertheidigte. Ich habe weder behauptet, noch negirt, dass es zweierlei Skapolithe von Gouverneur gebe, sondern habe die beiden damals bekannten Analysen dieses Vorkommens (v. Rath und Sipöcz) dorthin gestellt, wohin dieselben nach der Aufeinanderfolge ihrer Zahlenresultate gehörten. Dabei zeigte sich, dass die eine Analyse (Sipöcz) mit den theoretischen Zahlen besser, die andere (v. Rath) aber minder gut übereinstimmte. Was andere Fundorte betrifft, ist nur zu bemerken, dass Rammelsberg selbst (pag. 596) anführt: an demselben Fundorte Malsjö kommen zwei verschiedene Skapolithe, einer mit 48, der andere mit 52 Procent Kieselerde vor. Ebenso werden für Pargas zwei und für Arendal zwei verschiedene Skapolithe angeführt. Das sind eben Thatsachen, die sich nicht wegleugnen lassen, so wenig wie diese, dass am Vesuv mehrere Minerale der Skapolithreihe vorkommen: Meionit und Mizzonit, nicht weit davon der Marialith. Wir haben aber auch verschiedene Plagioklase, Augite, Glimmer vom Vesuv. Um den gegenwärtigen Stand der Frage bezüglich Gouverneur zu beleuchten, führe ich die bisherigen Analysen auf und stelle die berechneten Zahlen, welche sich auf eine Mischung von 46 Procent Meionit und 54 Procent Marialithsubstanz beziehen, daneben.

	Berechnet	Sipőcz	v. Rath	Rammelsberg
Kieselsäure . . . .	53·01	52·65	52·25	52·90
Thonerde . . . .	25·78	25·32	23·97	24·95
Eisenoxydul . . . .	—	0·11	—	—
Magnesia . . . .	—	0·23	0·78	—
Kalk . . . .	11·54	11·30	9·86	10·54
Natron . . . .	7·91	6·64	8·70	8·10
Kali . . . .	—	1·58	1·73	1·53
Chlor . . . .	2·27	2·14	—	2·33
Schwefelsäure . . . .	—	0·14	—	—
Wasser . . . .	—	0·42	1·20	—
	100·51	100·53	98·49	

Die Analyse von Sipőcz stimmt mit den berechneten Zahlen vollkommen, die beiden anderen Analysen weichen davon merklich ab, ihre Differenzen gegen die Theorie sind ungefähr gleicher Art, was auf die gleiche Methode schliessen lässt. Da der Kieselgehalt in allen drei Analysen annähernd gleich erscheint, so ist es wahrscheinlich, dass den drei Beobachtern dasselbe Material vorlag. Ist dieses der Fall, dann wäre aus der geringen Uebereinstimmung der übrigen Resultate zu schliessen, dass diese nur durch Beobachtungsfehler verursacht sei. Da nun die erste Analyse nach den von meinem hochgeehrten Freunde Prof. E. Ludwig geprüften Methoden ausgeführt ist, welche Methoden zu jener Zeit, in welcher der Streit bezüglich der Zusammensetzung der Plagioklase, dann der Epidote ausgefochten wurde, siegreich aus dem Kampfe hervorgingen, so wird es mir gestattet sein, anzunehmen, dass die erste Analyse die geringsten Beobachtungsfehler enthalte.

Die Anspielung, dass ich einzelne Analysen für gleichsam unfehlbar halte, ist schon in Rammelsberg's Abhandlung über die Glimmer zu lesen, dieselbe wiederholt sich in den Abhandlungen über die Skapolithe. Unzweifelhaft bezieht sich dieselbe darauf, dass ich bei Berechnung der in Mineralen enthaltenen Verbindungen denjenigen Analysen, welche von Prof. E. Ludwig selbst oder von geübten Analytikern in seinem Laboratorium an einem von mir mikroskopisch geprüften Material ausgeführt wird, den Vorzug vor manchen anderen gebe.

Dieses Bevorzugen wird aber jeder Forscher billigen, wenn er sieht, dass die Analysen, welche zurückgesetzt wurden, schon in der Methode notorisch zurückstehen. Wenn aber zwei Beobachtungen von ungleicher Genauigkeit vorliegen, so wird man nicht das Mittel der beiden zur Rechnung verwenden, weil sich dieses voraussichtlich von der Wahrheit mehr entfernt, als die bessere Beobachtung. Ich unterlasse aber eine weitere Betrachtung, weil eine Discussion der Beobachtungsfehler leicht persönlich aufgefasst werden kann.

Auf derselben Seite, pag. 235, der Rammelsberg'schen Abhandlung ist Nachstehendes zu finden:

„Um zu zeigen, wie wenig Tschermak's Annahmen mit den Thatsachen in Einklang stehen, mögen hier nur zwei Beispiele dienen:

Meionit vom Vesuv		$\bar{R} : Al : Si$	$\bar{R} : Si$
Angenommen		1·33 : 1 : 2·174	3·9866 : 1
Stromeyer . Gefunden .	.	1·4 : 1 : 2·1	4·2 : 1
Wolff . . .	„ .	1·3 : 1 : 2·26	3·8 : 1
Damour . . .	„ .	1·3 : 1 : 2·33	3·7 : 1
vom Rath . . .	„ .	1·4 : 1 : 2·34	3·8 : 1
Neminar . . .	„ .	1·3 : 1 : 2·3	3·7 : 1

Nach Tschermak enthält der Meionit auf 100  $Al_2O_3$  127·9  $SiO_2$ , während Stromeyer 123·9, Wolff 132·7, vom Rath 137·7, Damour 137·5, Neminar 135·1 fanden.“

Das hier gegen mich Angeführte kann ich aber nicht als richtig gelten lassen.

Ich habe niemals angenommen, dass alle Meionite vom Vesuv die Zusammensetzung  $Me_{11}Ma$  haben, welche in der mit „Angenommen“ beginnenden Zeile in einer wenig klaren Form berechnet erscheint. Der Angriff geht hier wiederum gegen eine Ansicht, welche ich nicht als die meinige anerkennen kann.

Der hier in Frage stehende Theil meiner Abhandlung lautet:

Meionit vom Vesuv: 1. nach Stromeyer, 2. nach Wolff, 3. nach v. Rath, 4. nach Neminar.

	$Me$	1	$Me_{11} Ma$	2	3	4	$Me_5 Ma$
Kieselsäure . .	40·31	40·53	42·18	42·07	42·55	43·36	44·06
Thonerde . .	34·60	32·72	33·31	31·71	30·89	32·09	32·00
Eisenoxyd . .	.	0·18	.	.	0·41	.	.
Kalk . . .	25·09	24·24	23·09	22·43	21·41	21·45	21·09
Magnesia . .	.	.	.	.	0·83	0·31	.
Natron . . .	}	1·18	1·16	0·45	1·25	1·35	2·33
Kali . . .				0·31	0·93	0·76	.
Chlor . . .	.	.	0·33	.	.	0·14	0·07
Glühverlust . .	.	.	.	0·31	0·19	<sup>1)</sup>	.
	100	99·48	100·07	97·28	98·46	100·45	100·15

Diese Zusammenstellung kann doch nur in dem Sinne aufgefasst werden, dass von den angeführten Analysen die erste Zahlenwerthe angibt, welche zwischen den für reinen Meionit berechneten und den für die Mischung  $Me_{11} Ma$  berechneten Zahlen liegen, ferner dass die übrigen drei Analysen solchen Verhältnissen, welche zwischen den beiden  $Me_{11} Ma$  und  $Me_5 Ma$  liegen, ungefähr entsprechen. Dass für alle untersuchten Meionite dasselbe Mischungsverhältnis angenommen werde, ist hier nicht gesagt, eher könnte das Gegentheil als meine Ansicht vermuthet werden.

Wenn ich aber die Frage beantworten sollte, ob es wahrscheinlich sei, dass den Beobachtern, welche die vorstehenden Analysen ausführten, dasselbe Material vorgelegen habe, so würde ich vor Allem auf den Kieselgehalt Rücksicht nehmen, weil hier der Beobachtungsfehler am geringsten zu sein pflegt. Der Unterschied der Zahlen für Kieselsäure ist aber so gross, dass ich die Gleichheit des Materiales nicht annehmen kann. Die Zahlen für Thonerde, die schwer zu trennen und noch schwieriger zu wägen ist, sind weniger massgebend. Die Zahlen für Kalk, welcher von den meisten Beobachtern besser bestimmt wird, sind wiederum so stark verschieden, dass eine Identität des Materiales nicht anzunehmen ist. Die übrigen Zahlen sind zu klein, um hier in Vergleich gebracht werden zu können. Ich würde also mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass das untersuchte Materiale verschieden war, dass also am Vesuv Meionite von verschiedener Mischung vorkommen. Dabei sehe ich ab

<sup>1)</sup> Ausserdem 0·72 Kohlensäure und 0·27 Wasser. In einer anderen Probe und nach besserer Methode fand Sipőcz 0·74 Chlor und 0·22 Schwefelsäure.

von der von mir nicht angeführten Analyse Damour's, welche 41·80 Kieselsäure, 30·40 Thonerde, 19·00 Kalk, 2·51 Natron, 0·86 Kali, 0·46 Magnesia und 3·17 Glühverlust angibt. Der enorme Glühverlust spricht dafür, dass ein veränderter Meionit untersucht wurde. Obwohl ich aus diesem Grunde Damour's Analyse nicht anführte, benutzt doch Rammelsberg dieselbe zur Berechnung von Zahlen, welche gegen das von mir gefundene Mischungsgesetz sprechen sollen.

Was schliesslich die mangelhafte Uebereinstimmung mancher Analysen, wie 2 und 3, mit den theoretischen Zahlen betrifft, so ist zu bemerken, dass dieselben untereinander ebensowenig übereinstimmen, folglich mit gar keiner Theorie völlig harmoniren. Dass aber auch hier jene Zahlen unter 4, welche nach guten Methoden erhalten wurden, den berechneten Zahlen sehr gut entsprechen, zeigt folgender Vergleich, in welchem sich die berechneten Zahlen auf eine Mischung von 14 Procent *Ma* und 86 Procent *Me* beziehen.

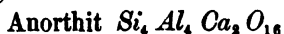
	berechnet	4
Kieselsäure . . . . .	43·60	43·36
Thonerde . . . . .	32·32	32·09
Kalk . . . . .	21·58	21·45
Natron . . . . .	2·05	1·35
Kali . . . . .		0·76
Magnesia . . . . .		0·31
Chlor . . . . .	0·59	0·14 <sup>1)</sup>

Als zweites Beispiel des Widerspruches der Thatsachen und meiner Theorie führt Rammelsberg (pag. 236) die Analysen des Skapoliths von Gouverneur von Sipöcz (!), von v. Rath und von Rammelsberg an. Dieses „Beispiel“ habe ich schon früher genügend beleuchtet (s. oben). Hier müsste man wiederum sagen: Analysen desselben Vorkommens, welche gegen die Theorie sprechen sollen, müssten vor Allem untereinander übereinstimmen.

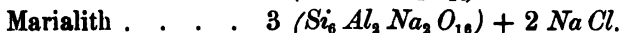
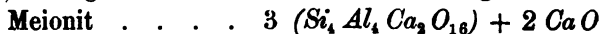
Am Schlusse der ersten Abhandlung Rammelsberg's findet sich noch ein charakteristischer Ausspruch. Ich habe darauf hingewiesen, dass die von mir aus den Analysen berechnete Zusammensetzung der Endglieder eine Beziehung zu den Endgliedern der Plagioklasreihe darbiete, indem ich sagte:

<sup>1)</sup> Ich wiederhole, dass diese Chlorbestimmung nach einer älteren Methode ausgeführt wurde und dass später Sipöcz nach einer besseren Methode in einer anderen Probe 0·74 Chlor bestimmte.

Wenn man die Formeln der beiden Skapolithsilicate mit jenen der Plagioklasssubstanzen



vergleicht, so ergibt sich eine einfache Beziehung:



Damit ist jedoch nicht gesagt, dass das Meionitsilicat als ein Additionsproduct von Anorthit und Kalk, und dass das Marialithsilicat als eine Addition von Albit und Chlornatrium zu betrachten sei....

In Rammelsberg's Abhandlung (pag. 236) heisst es aber: „Tschermak hat zu seinen Grenzglidern den Anorthit und Albit gewählt, deren empirische Formeln er verdreifacht und denen er  $CaO$  und  $Na_2O$ <sup>1)</sup> hinzugefügt hat.“

So spiegeln sich Sätze meiner Abhandlung in Rammelsberg's Darstellung. Der unbefangene Leser wird zugeben, dass dieser Spiegel ein ziemlich stark verzerrtes Bild lieferte.

Dem Früheren habe ich noch eine Bemerkung über den Sarkolith und den Melilith anzufügen.

Ich unterscheide zwischen der Werneritgruppe und der Skapolithreihe. Werneritgruppe ist der allgemeinere Begriff, entsprechend dem Begriffe der Feldspathgruppe. Sowie zu dieser nicht nur die Plagioklasreihe, sondern auch noch andere Mineralgattungen gehören, so zähle ich zur Werneritgruppe nicht nur die Skapolithreihe, sondern auch den Sarkolith und vorläufig auch den Melilith. Die beiden letzteren gehören aber nicht in die Skapolithreihe. Damit ist Rammelsberg, wie es scheint, nicht einverstanden (pag. 234) und er hält diese beiden für isomorph mit den Skapolithen (pag. 222). Ich glaube aber meine Ansichten über Isomorphie, unter welcher ich die Aehnlichkeit der Krystallform und Spaltbarkeit bei analoger chemischer Zusammensetzung verstehe, nicht aufgeben zu sollen und beharre demzufolge darauf, dass weder der Sarkolith, noch der Melilith in die Skapolithreihe gehören.

Schliesslich noch ein Wort über das Mischungsgesetz der Skapolithreihe. Wer meine Arbeit mit vorurtheilsfreiem Blicke betrachtet, wird zugeben, dass ich nach Kräften bemüht war, in das Chaos der Skapolithanalysen Ordnung zu bringen und das hier waltende Gesetz zu ermitteln. Dass ich mich dabei wenigstens nicht

<sup>1)</sup> Kein Druckfehler.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VII. 1886. (G. Tschermak, K. v. Chrustschoff.) 29

allzuweit von dem Richtigen entfernt habe, zeigt die Uebereinstimmung der guten Analysen mit den theoretischen Zahlen. Im Uebrigen bin ich von der Unvollkommenheit dieses ersten Versuches genügend überzeugt. Ich werde daher jede Verbesserung mit Freuden begrüßen.

In der Mineralchemie begegnete der Fortschritt jederzeit grossen Schwierigkeiten und die theoretischen Anfänge waren öfters ziemlich unbeholfene. Aber auch die ersten Mondtafeln, die ersten Atomgewichtsbestimmungen, die ersten krystallographischen Theorien waren unvollkommen. Dennoch waren diese Arbeiten ein Fortschritt gegenüber dem früheren Zustande und führten zu genaueren Bestimmungen und vollkommeneren Anschauungen.

Um diesmal ausser der Vertheidigung meines Resultates Denen, welche das Gute nicht wegen des künftigen Besseren zurückweisen, etwas zu bieten, gebe ich hier noch eine neue Tafel, welche die Berechnung der Skapolithmischungen nach Procenten enthält und in welcher das verbesserte Atomgewicht des Aluminiums eingeführt ist, wonach also hier  $Si = 28$ ,  $Al = 27$ ,  $Ca = 40$ ,  $Na = 23$ ,  $Cl = 35.4$  angenommen sind.

Tafel äquidistanter Mischungen,  
berechnet nach procentischen Verhältnissen.

<i>Ne</i> Procent	100	90	80	70	60	50
<i>Na</i> Procent	0	10	20	30	40	50
Kieselsäure . . . . .	40.45	42.80	45.15	47.50	49.85	52.20
Thonerde . . . . .	34.38	32.75	31.13	29.50	27.88	26.25
Kalk . . . . .	25.17	22.65	20.13	17.62	15.10	12.59
Natron . . . . .	—	1.47	2.94	4.40	5.87	7.34
Chlor . . . . .	—	0.42	0.84	1.26	1.68	2.10
Analytische Summe . . . . .	100	100.09	100.19	100.28	100.38	100.48
<i>Ne</i> Procent	50	40	30	20	10	0
<i>Na</i> Procent	50	60	70	80	90	100
Kieselsäure . . . . .	52.20	54.55	56.90	59.25	61.60	63.95
Thonerde . . . . .	26.25	24.62	23.00	21.37	19.74	18.12
Kalk . . . . .	12.59	10.07	7.55	5.03	2.52	—
Natron . . . . .	7.34	8.81	10.28	11.75	13.22	14.69
Chlor . . . . .	2.10	2.52	2.93	3.35	3.77	4.19
Analytische Summe . . . . .	100.48	100.57	100.66	100.75	100.85	100.95

Wien, im Februar 1886.

## XXII. Beitrag zur Kenntniss der Zirkone in Gesteinen.

Von K. von Chrustschoff.

Mit Tafel VIII.

An einem anderen Orte <sup>1)</sup> bereits habe ich darauf hingewiesen, dass die Zirkone einer Reihe von Felsarten Eigenthümlichkeiten besässen, die oft als Merkmale für Gesteinsgruppen und wohl auch mitunter für einzelne Vorkommnisse dienen könnten. Diese Vermuthung hat sich seither im Allgemeinen bestätigt und man kann wirklich sagen, dass bei jedem Vorkommen im grossen Ganzen gewisse Besonderheiten nicht zu verkennen seien. Obschon z. B. die normalgranitischen Zirkone sehr ähnliche Charaktere zeigen, vermag man doch diese und jene specielle Provenienz im Präparat zu erkennen. Allerdings ist der Eindruck, den Zirkone aus gleichartigen Gesteinen auf uns machen (z. B. Granit-Striegau und Granit-Albthal im Schwarzwald) oft schwer zu erfassen und noch schwerer mit Worten zu präcisiren. Deutlicher und auffallender wird der Unterschied bei solchen, die zwar aus verschiedenen, immerhin aber nahe verwandten Gesteinsvarietäten stammen, z. B. aus normalem Granit und Granitporphyr.

Es könnte also in manchem Falle der Zirkon, der meistens gut erhalten zu sein pflegt, bei desaggregirten, zu Sand oder Thon umgewandelten Massen, deren primäre Natur wohl nur vom geologischen Standpunkte zu ermitteln wäre, zur petrographischen Orientirung dienen. Ein in dieser Beziehung sehr instructives Beispiel bietet uns das bekannte Vorkommen von Altenbach in Sachsen: Die Zirkone aus dem völlig kaolinisirten, zur Töpferwaarenfabrikation dienenden Grus verrathen durch ihren Habitus, sowie durch die den Gesteinen des nordsächsischen Porphyrterritoriums so charakteristischen Glaseinschlüsse sofort dessen wirkliche primäre Natur als Zirkonpyroxengranitporphyr. Die Interpositionen aller Art, an denen sie sehr reich zu sein pflegen, zeigen sogar bei jedem einzelnen Vorkommen irgend welche Besonderheit, die sie dann auch ziemlich gleichmässig be-

<sup>1)</sup> Bull. Soc. Mineral. T. VIII, pag. 140.



wahren. Nicht unwichtig wäre es, nachweisen zu können, aus welchem ursprünglichen Materiale sich Sande, Thone und andere lose Stoffe gebildet haben — und ein solcher Nachweis scheint mir wenigstens in gewissen Fällen durch den Zirkon möglich; freilich muss man sodann darauf Rücksicht nehmen, dass durch verschiedene Ursachen die scharfen Formen der Krystalle mehr oder weniger leiden können. Seine Widerstandsfähigkeit ist übrigens so bedeutend, dass offenbar auf secundärer Lagerstätte sich befindende Krystalle häufig wie intact aussehen.

Intensiver als rein mechanische Ursachen wirken, wie es scheint, chemische Agentien. Zirkone aus gefritteten Gesteinen <sup>1)</sup> z. B. sehen wie geflossen, abgerundet und corrodirt aus, trotzdem sie mit dem Frittungsglase in gar keine Berührung gekommen sind und im compacten Feldspath oder anderen sehr wenig veränderten Gemengtheilen eingelagert waren. Veränderte, rissige, getrübe und sogar fast opake Krystalle kommen nicht allein in stark verwitterten Gesteinen, sondern auch in den frischesten vor. Derartige Individuen werden, auf dem Platinblech geglüht, röthlichweiss und zerfallen leicht; es hat daher den Anschein, dass der Zirkon durch Wasseraufnahme in eine malakonartige Substanz übergehe.

Zur Isolirung der mikroskopischen Zirkone habe ich mit grossem Vortheil die Thürrach'sche Methode <sup>2)</sup> angewandt; die Schlämmung gelingt vorzüglich auch mit dem härtesten und festesten Materiale, wenn man dasselbe bis zur richtigen Korngrösse zerkleinert und sodann durch Waschen mit Wasser von staubigen Theilen befreit. Bleiben noch andere Körper im Schlämmresiduum zurück, so entfernt man diese sehr leicht durch zweckmässiges Behandeln mit Säuren, besonders durch Flussalpetersäure, bis fast reiner gewöhnlich röthlicher Zirkonsand übrig ist. Obgleich Thürrach angibt, dass Zirkon längere Zeit mit *HFl* erhitzt, matt und trübe werde <sup>3)</sup>, rissige Individuen ja sogar zerfallen, habe ich etwas derartiges nur selten bemerkt. Früher, bevor mir das Thürrach'sche Verfahren bekannt war, habe ich mit Fluss- und anderen Säuren allein ihre Isolirung vorgenommen; grössere Mengen gröblich zerkleinerten

<sup>1)</sup> Vergl. diese Mitth. Bd. VII, pag. 187.

<sup>2)</sup> Thürrach, Ueber d. mikrosk. Z. etc. Würzburg. phys.-medic. Gesellsch. Bd. XVIII, 1884.

<sup>3)</sup> a. a. O. pag. 11.

Materialen wurden mit viel der allerstärksten Flusssäure — sie wurde von mir selbst durch Sättigung mit *HFl* in einer Kältemischung der käuflichen, sogenannten rauchenden Flusssäure bereitet — im Wasserbade auf 100° C. und später im Sandbade oft wochenlang behandelt und ich erhielt in der Regel glänzende, nicht im Geringsten getrübbte Substanz. Herr Hofrath Prof. Dr. G. Tschermak, der im Besitze einiger von mir auf solche Weise isolirter Zirkonvorkommnisse ist, hat mir bestätigt, dass man in dieser Beziehung kaum Besseres sehen könne. Es ist mir auch gelungen, Titanminerale aus dem Schlammresiduum zum grössten Theile wenigstens mit Schwefelsäure zu entfernen, ohne dass bei den Zirkonen eine störende Trübung oder Aetzung eintrat; demnach griff Schwefelsäure, die Titanminerale aufzulösen vermochte, denselben merklich nicht an; den Zirkon greift also keine Schwefelsäure an, die nicht einen bestimmten Concentrationsgrad erreicht hat.

Als Beispiele mögen diesmal folgende Gesteine dienen:

- I. Granulitartiger Gneiss mit Chlorit von Rock Springs am Green River, Felsengebirge, Utah.
- II. Lichter Gneiss, Ogden Cañon bei Ogden, Wahsatch Range, Utah.
- III. Dunkler Gneiss, Gerölle aus der Murg, Schwarzwald.
- IV. Granit, Herrenalb, Schwarzwald.
- V. Granit, Striegau, Schlesien.
- VI. Granit, Gernsbach, Schwarzwald.
- VII. a) Granitporphyr, Beucha bei Leipzig.
- VII. b) Granitporphyr, St. Nabord, Vogesen.
- VIII. Kaolinisirter Granitporphyr, Altenbach, Sachsen.
- IX. Trachyt, Drachenfels, Siebengebirge.
- X. Apatitreicher Basalt, Santa Rosa, Mexico.
- XI. Sanidinitauswürfling, Laacher See.
- XII. Grauwacke aus dem Zirkongranitporphyr, Beucha.

### **I. Granulitartiger Gneiss, Rock Springs.**

Die unregelmässige, flasrige Structur des mittelkörnigen, stellenweise fast dichten und hellröthlichen Gesteins wird durch Chloritsehnüre hervorgebracht, die vom helleren Grunde sehr scharf abstechen. Schon mit unbewaffnetem Auge erkennt man ein mittel- bis feinkörniges Gemenge von wesentlich wasserhellem Quarz, rosa-

rothem Orthoklas und Schmitzen des chloritischen Minerals, welches feinschuppig, glanzlos, zum Theil sogar erdig aussieht. Unter der Loupe ist leicht wahrzunehmen, dass die Hauptgemengtheile Quarz und Feldspath seien.

500 Gramm dieses Gesteins wurden pulverisirt, gesiebt, von staubigen Theilen durch Abschlämmen befreit und sodann nach der Thüra ch'schen Methode weiter behandelt; nach 5maliger Wiederholung blieb ein Rest von 0·5 Gramm, der noch viel opake Partikel enthielt und u. d. M. wesentlich aus Magnetit, Titaneisen, Rutilnadelchen, Titanitsplittern, etwas Brookit und Granat nebst Zirkon bestand. Nach der Behandlung mit Salpeterflusssäure, Salz- und Schwefelsäure, sowie zuletzt mit Kalilauge blieb fast reiner Zirkon zurück; es waren somit alle schwarzen Erze, die meisten dunkelbraunen Rutile und grau-bräunlichen Brookite verschwunden und der Rest wog 0·0506 Gramm.

Diesen Zirkonen ist der in den Gneissen so weit verbreitete Habitus eigen (Taf. VIII, Fig. 1); die lichtgelblichen bis bräunlichen Krystalle sind stets abgerundet, Flächen somit selten angedeutet. Soweit man urtheilen kann, waren die Krystalle ursprünglich nur mit 111. 110 ausgebildet.

Dimensionen: Grösste beobachtete Krystalle: 0·15 Millimeter lang, 0·10 Millimeter breit, 0·06 Millimeter dick. Durchschnittlich <sup>1)</sup>: 0·06 Millimeter lang, 0·02 Millimeter breit, 0·02 Millimeter dick.

Structur. Sämmtliche Individuen ohne Ausnahme sind zonar aufgebaut; die Zonen stehen bald dicht gedrängt, bald in intermittirenden Gruppen; zuweilen verlaufen sie so dicht nebeneinander, dass der Krystall fast undurchsichtig wird. Ich möchte mir hier die Bemerkung erlauben, dass Thüra ch<sup>2)</sup> aus dem Parallelismus der Zonenstreifung mit den äusseren Umrissen des Krystalls einen nicht immer zutreffenden Schluss zieht: dass man nämlich diejenigen Krystalle, die eine ihren rundlichen Contouren parallele innere Streifung aufweisen, gerade aus diesem Grunde als ursprünglich so ausgebildet betrachten müsse. Dem entgegen habe ich Gelegenheit gehabt zu beobachten, dass die Streifung im Innern ganz scharfer Krystalle bogenförmig und erst allmählig nach der Peripherie zu geradlinig und den äusseren Umrissen parallel verlaufe; in anderen Fällen verhält sich die Sache umgekehrt: die im Innern des Krystalls deutlich

<sup>1)</sup> Mittel aus 30 Messungen bei allen derartigen Angaben.

<sup>2)</sup> A. a. O.

die Pyramide und Prisma zeigende Streifung verliert nach aussen zu allmählig die scharfen Ecken und wird bogenförmig. Im ersteren Falle würde also durch Abscheuerung ein abgerundetes Individuum mit einer so ziemlich conformen (d. h. den äusseren Umrissen entsprechenden), im zweiten dagegen eine mit den Contouren discordante Streifung resultiren. In einem Krystalle deutete die Streifung 311 an, eine Fläche, die am Krystalle gar nicht vorhanden war.

Auch speciell bei diesem Vorkommen habe ich mehrmals in der Zonenstreifung völlig abgerundeter Krystalle ganz deutlich Prisma und Pyramide angedeutet gefunden; hier wenigstens scheint mir die Annahme, dass sich die Zirkone nicht mehr auf primärer Lagerstätte befinden, gerechtfertigt. Betont muss übrigens werden, dass gerade dieser Typus für viele granulitische, gneissartige und krystallinisch-schiefrige Gesteine charakteristisch zu sein pflegt.

Unter den seltenen in diesem Falle beobachteten Interpositionen sind zu erwähnen: nicht zu lange, farblose Nadeln, wahrscheinlich Apatit; — schlauch- und röhrenartige Cavitäten (Fig. 1); — opake Erzpartikel und schliesslich Gebilde, die für Flüssigkeitseinschlüsse gelten könnten.

## II. Lichter Gneiss, Ogden Canon.

Er besitzt einige Aehnlichkeit mit dem vorhergehenden, doch seine Schichtung ist dichter und regelmässiger; sie wird durch Anhäufung von Glimmerblättern hervorgebracht. Die dazwischenliegenden glimmerärmeren Partien bestehen aus einem mittel- bis feinkörnigen Gemenge von rauchgrauem Quarz, hellröthlichem Orthoklas, weissem Plagioklas und tombakbraunen Glimmerschuppen. Der in gleicher Weise aus 500 Gramm Gesteinspulver gewonnene dunkle Schlämmerückstand gab u. d. M. Magnetit, Titaneisen nebst viel Rutil, Anatas, Titanit, Granat, sowie Zirkon zu erkennen, der in gereinigtem Zustande 0.23 Gramm betrug.<sup>1)</sup> Sein Habitus ist mit dem vorhergehenden Beispiele fast identisch; obgleich man hier schon etwas häufiger Flächen angedeutet findet, sind im Allgemeinen die Umrisse immer noch stark gerundet und keine scharfen Ecken oder Kanten zu bemerken. Ihre Farbe ist eine hellgelb- bis bräunliche, sogar mitunter beinahe opake.

<sup>1)</sup> Es ist zu bemerken, dass trotz wiederholter Reinigung immer noch Titanminerale beigemengt blieben.

**Dimensionen:** Grösster beobachteter Krystall: 0·18 Millimeter lang, 0·08 Millimeter breit, 0·07 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0·07 Millimeter lang, 0·05 Millimeter breit, 0·03 Millimeter dick.

**Structur.** Sämmtliche Krystalle besitzen eine zonare Streifung; die Streifen sind nicht so dicht und bilden zuweilen ziemlich scharfe Ecken.

**Interpositionen** sind zahlreich und mannigfaltig: lange, sehr dünne, farblose Nadeln (wahrscheinlich Apatit); — Erzpartikel; — schlauchartige und sehr verschiedenförmige Cavitäten, die oft an den Nadeln hängen; — deutliche fluidale Poren mit für gewöhnlich bewegungslosen Libellen, die jedoch beim Erwärmen des Präparates auf 100° C. ihrer Ort verändern, ohne zu verschwinden; — manche Krystalle sind durch und durch cavernös und sehen wie wurmstichig aus.

### III. Gneissgeschiebe aus der Murg.

Das völlig glattgescheuerte Gerölle zeigt eine ausgezeichnete Gneissstructur; das sehr glimmerreiche und daher dunkle, mittelkörnige Gestein besteht aus grauem Quarz, grauem Orthoklas, weissem ziemlich frischem Plagioklas nebst Biotit. Mikroskopisch führt es ferner etwas Hornblende, Granat und viel Titanit. Das Schlammresiduum aus 1500 Gramm Material war von sehr dunkler Farbe und aus bernsteingelben Titanitsplittern, bläulichen Anatastafeln, wenigen rothbraunen Rutilsäulchen nebst Körnern, vielem Magnetit, sowie Titaneisen, rosarothem Granat und blassgelbem Zirkon zusammengesetzt. Der von dem grössten Theil der Titanminerale befreite Rest wog 0·61 Gramm. Zur Bestimmung des spec. Gewichtes und zur Analyse wurde eine sorgfältig mit vieler Mühe unter der Loupe ausgeklaubte Substanz verwandt: Spec. Gewicht bei 12° C. = 4·4692.

**Analyse.** 0·4858 Gramm reiner Substanz ergaben 0·3164 Gramm Zirkonerde und 0·1647 Gramm Kieselsäure; anderes wurde nicht berücksichtigt; dieses berechnet sich procentarisch:

Kieselsäure . . .	33·90
Zirkonerde . . .	65·13
	<hr/> 99·03

**Krystallformen:** Andeutungen von 111. 110 und 311, jedoch gerundet.

**Dimensionen:** Grösster beobachteter Krystall: 0·15 Millimeter lang, 0·07 Millimeter breit, 0·05 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0·07 Millimeter lang, 0·03 Millimeter breit, 0·03 Millimeter dick.

**Structur.** Zonarer Aufbau bei sämtlichen Individuen; Zonen weniger dicht und mit den äusseren Umrissen des Krystalls conform, also abgerundet.

**Interpositionen:** Häufige, winzige und äusserst dünne, farblose Nadelchen sich nach allen Richtungen durchkreuzend; — schlauchartige Hohlräume; — fluidale Poren mit Libellen, die  $\frac{2}{3}$  des ganzen Einschlusses ausmachen und beim Erwärmen weder beweglich, noch absorbirt werden; — Poren, die zu dunkel und breit umrandet sind, als dass man ihnen etwa eine glasige Natur zuschreiben dürfte.

Wiewohl auch dieser Zirkon mit den beiden vorhergehenden manche Eigenthümlichkeiten gemein hat, so macht er im Ganzen doch einen anderen Eindruck und lässt sich im Präparate unschwer von jenen unterscheiden.

#### IV. Granit, Herrenalb, Schwarzwald.

Dieser Granit sieht dem Striegauer ungemein ähnlich, er ist hellgrau, mittelkörnig, verhältnismässig glimmerarm und besteht aus rauchgrauem Quarz, röthlichgrauem Orthoklas, wenig reinem Plagioklas, schwarzem Biotit und wenig Muscovit. Aus 1000 Gramm Material wurden 0·94 Gramm dunkles Residuum gewonnen, das u. d. M. folgende Gemengtheile erkennen liess: Magnetit nebst Titaneisen, sehr wenig Anatas und Rutil, Titanit und hellgelben Zirkon. Der gereinigte zirkonreiche Theil wog 0·1019 Gramm; im Präparat fanden sich immerhin aber einige seltene rothbraune Dinge, die den Titanmineralen angehören.

Man kann sich kaum einen grösseren Contrast zwischen diesem Vorkommen und dem vorhergehenden denken; hier zeigen nämlich die Krystalle mit seltenen Ausnahmen fast durchweg eine ausserordentliche Schärfe der Formen 111. 110. 100. 311 und seltener 331. Es lassen sich hier drei Typen unterscheiden.

I. Der langprismatische (dreimal so lang als breit und oft sehr dünn). Gewöhnliche Form: (111. 110); ein Flächenpaar des Prismas und der Pyramide entwickeln sich besonders und herrschen vor (Taf. VIII, Fig. 2).

II. Der volle, kurzprismatische (zweimal oder gleich lang, breit und dick); gewöhnliche Combination (111 . 110 . 100 . 311); 311 bald vorherrschend, bald zurücktretend; dazu kommen noch in seltenen Fällen 331 (Taf. VIII, Fig. 3). Entweder treten alle Formen an demselben Krystall oder nur einige, und zwar gleichmässig oder ungleichmässig auf: oben und unten, rechts oder links. Meistens aber herrschen 111. 110 oder 100 vor (Fig. 16), während alle anderen Flächen daran untergeordnet auftreten.

III. Der volle, spitzpyramidale. Gewöhnliche Combination (111. 100 . 110 . 311); die beiden kurzentwickelten Prismen halten sich das Gleichgewicht, 311 herrscht vor und 111 tritt zurück (Fig. 4).

Dimensionen: Grösster beobachteter Krystall: 0.37 Millimeter lang, 0.12 Millimeter breit, 0.04 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.12 Millimeter lang, 0.04 Millimeter breit, 0.03 Millimeter dick.

Structur. Der zonare Aufbau kommt selten vor und dann sind die sonst hellweingelben bis farblosen Krystalle bräunlich, mit bräunlich getrübbem Kern und oft rissig. Es hat daher den Anschein, dass die Zonenstreifung erst durch eine Art beginnende Alteration hervorgebracht werde; vielleicht ist sie bei ganz frischen Individuen oft nur versteckt und wird bei dem hohen Brechungsvermögen des Zirkons nur unter gewissen Umständen sichtbar, in der Weise etwa, dass sie durch molekulare Umlagerung (Wasseraufnahme, Malakon) oder Eisenoxydausbildung, sowie Infiltration zum Ausdruck gelangt; ich habe nämlich Gelegenheit gehabt, solche Krystalle zu beobachten, bei denen die Zonenstreifung in der Nähe von Sprüngen prägnanter, dichter, sowie dunkler gefärbt erschien, während sie sich an völlig gesunden Stellen desselben Krystalls als eine haarfeine Liniirung zu erkennen gab. Die zonar struirten Krystalle sind überhaupt viel häufiger rissig als die homogenen. Manche andere zeigen einen braungetrübbten Kern und in der wasserklaren Umhüllung ca. 5—8 haarscharfe zonare Linien: könnten nicht die zersetzenden Agentien gerade auf diesem Wege bis zum Kern vorgedrungen sein?

Interpositionen (Fig. 2): Häufige, lange, dünne und farblose Nadeln (wahrscheinlich Apatit), die den Krystall kreuz und quer durchspiesen; — zahlreiche, zum Theil sehr grosse, äusserst dunkel und breit umrandete, schlauch- und sackförmige Höhlungen, die oft an den Nadeln haften; — ziemlich grosse Flüssigkeitsporen mit grossen, oft  $\frac{3}{4}$  des ganzen Hohlraumes erfüllenden Bläschen,

die beim Erhitzen des Präparates auf eine Temperatur über 100° C. weder absorbiert werden, noch ihren Ort verändern.

### V. Granit, Striegau.

Der Granit vom Fuchsberge bei Striegau ist in jeder Beziehung so gut bekannt und fast in allen Sammlungen vertreten, dass man über dessen makroskopisches Aussehen nichts zu sagen braucht. 1000 Gramm Material ergaben einen Schlämmrückstand, der aus Folgendem bestand: Magnetit nebst etwas Titaneisen, sehr wenig Rutil und Anatas, sowie farbloser Zirkon. Der gereinigte Zirkonrest wog 0·24 Gramm und erwies sich u. d. M. als völlig frei von jeder anderen Beimischung. Für eine Analyse reichte die Substanz nach Anfertigung der nöthigen Präparate nicht mehr aus. Hier lassen sich nur zwei Typen unterscheiden:

I. Der langprismatische, flache (drei- bis viermal so lang als breit und sehr dünn). Gewöhnliche Combination: (111 . 110 . 311) (Fig. 12). Die ditetragonale Pyramide schwach entwickelt, 100 tritt gegen 110 bedeutend zurück, oft bis zur oscillatorischen Andeutung.

II. Der volle, kurzprismatische (zweimal so lang als breit und dick). Gewöhnliche Combination: (111 . 110 . 100 . 311); dazu kommen seltener 331; 100 in der Regel  $\frac{1}{4}$  von 110; 311 herrscht oft vor; an einigen Krystallen konnte 331 mit Sicherheit constatirt werden.<sup>1)</sup>

Einmal habe ich eine Durchdringung<sup>2)</sup> zweier langprismatischer Individuen mit etwa unter 40°—50° geneigten c-Axen wahrgenommen, die man vielleicht als Zwillingbildung betrachten dürfte.

Sehr eigenthümlicher Weise sehen ziemlich viele Krystalle wie zerfressen, corrodirt, rissig und im Innern braungetrübt aus; da im ursprünglichen Schlämmresiduum Krystalle von ebensolcher Beschaffenheit vorkommen, so kann man die Rissigkeit und Trübung nicht wohl der Einwirkung der Säuren zuschreiben.

Dimensionen: Grösster beobachteter Krystall: 0·26 Millimeter lang, 0·11 Millimeter breit, 0·3 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0·11 Millimeter lang, 0·03 Millimeter breit, 0·02 Millimeter dick.

Structur. Sowohl scharfe als verschwommene Zonenstreifung kommt vor.

<sup>1)</sup> Vergl. Thüraach a. a. O., pag. 5.

<sup>2)</sup> Vergl. diese Mitth. Bd. VII, pag. 187, Fig. d.



Interpositionen sind in Menge vorhanden: für diesen Fall speciell charakteristische, farblose, dünne, oft strichförmige und nicht zu lange Nadeln (Taf. VIII, Fig. 5), von denen manche Krystalle förmlich wimmeln (Apatit?); — sehr dunkel und breit umrandete Cavitäten in allen Grössen und Gestalten: schlauch-, sack-, röhrenartig; sie haften häufig an den Nadeln und häufen sich in manchen zugleich zonar struirten Individuen in solch' grosser Menge an, dass dieselben opak werden; — schmal contourirte Höhlungen, die bisweilen die negative Form des Wirthes nachahmen (Fig. 5); — fluidale Poren sehr häufig; einige derselben erreichen ganz aussergewöhnliche Dimensionen<sup>1)</sup>; ihre in der Regel grossen Luftblasen werden beim Erwärmen nicht absorbt.

#### VI. Granit, Gernsbach.

Der lichte, mittelkörnige, glimmerarme Granit besteht aus grauem, milchigem Quarz, grauem Orthoklas, sehr wenig makroskopisch erkennbarem Plagioklas, wenig silberglänzendem Muscovit sowie etwas grünlich zersetztem Biotit. 1000 Gramm Material lieferten ein dunkelgraues Gemenge, das u. d. M. folgende Substanzen erkennen liess: Magnetit und sehr wenig Titaneisen, wenig Anatas und gar keinen Rutil, sehr wenig Granat, ein paar Flitterchen eines tafelförmigen braunen Minerals (Brookit?) und lichtgelben Zirkon. Der gereinigte Rückstand enthielt fast ausschliesslich Zirkon und wog 0.0553 Gramm.

Sämmtliche Krystalle gehören dem langprismatischen Typus an. Gewöhnliche Combination (111.110) und untergeordnet 100 (Fig. 17), sowie 311. Die Flächen besitzen hier nicht die gleiche Vollkommenheit wie bei dem vorhergehenden.

Dimensionen: Grösster beobachteter Krystall: 0.17 Millimeter lang, 0.04 Millimeter breit, 0.04 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.09 Millimeter lang, 0.02 Millimeter breit, 0.02 Millimeter dick.

Structur. Zonar gestreifte und dazu noch sehr rissige Krystalle sind häufig.

Interpositionen selten: Vereinzelte, lange farblose Nadeln; — Höhlungen; — kleine fluidale Einschlüsse mit kleinen Libellen, die beim Erhitzen des Präparates auf 50°C. den Ort verändern, jedoch nicht absorbt werden.

<sup>1)</sup> Vergl. diese Mitth. Bd. VII, pag. 187, Fig. „

## VII. a) Zirkon-Granitporphyr, Beucha.

Dieses Vorkommen habe ich bereits bei einer früheren Gelegenheit eingehend beschrieben<sup>1)</sup> und möchte mir erlauben, hier Einiges des Beispiels halber zu wiederholen und beizufügen. Mit 1000 Gramm eines ganz verwitterten, desaggregirten Granitporphyrgrus wurde eine neue Isolirung vorgenommen und durch Schlämmen ein schwarzes Residuum gewonnen, das u. d. M. folgende Zusammensetzung aufwies: viel Magnetit und Titaneisen, Granat, etwas Apatit, Titanit, gelblich brauner Anatas, tiefdunkel graubraune Splitter, die wahrscheinlich dem Rutil angehören, sowie mit opaken Erzklumpen verwachsene weissgelbe Zirkone. Der gereinigte Rest wog 3·6923 Gramm und führte immer noch etwas Anatas, der sich diesmal durchaus nicht gänzlich entfernen liess. Die vermittelst einer starken Loupe völlig rein ausgelesene Substanz besass folgende chemische Zusammensetzung: Spec. Gewicht bei 11° C.: 4·5031.

1·3325 Gramm Substanz lieferten 0·8514 Gramm Zirkonerde und 0·4603 Gramm Kieselsäure; dies in Procenten umgerechnet gibt:

Kieselsäure	. . .	34·55
Zirkonerde	. . .	63·89
		<hr/> 98·44

Dimensionen: Grösster beobachteter Krystall: 1·23 Millimeter lang, 0·38 Millimeter breit, 0·33 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0·19 Millimeter lang, 0·09 Millimeter breit, 0·07 Millimeter dick.

Combinationen: 111. 110. 100. 311, selten 331. Nur zwei Typen können hier unterschieden werden:

I. Der flache, langprismatische (3—4mal so lang als breit). Gewöhnliche Combination: (111. 110), 100 und 311 treten zurück und fehlen oft ganz.

II. Der volle, prismatische und zugleich oft spitzpyramidale ( $1\frac{1}{2}$ —2mal so lang als breit); gewöhnliche Combination: (111. 110. 100. 311); entweder sind alle Formen zugleich an der vorherrschenden Grundcombination oder jede für sich allein vorherrschend vertreten; die Flächen 331 habe ich 4mal mit voller Sicherheit wahrgenommen (Fig. 7). Verzerrungen und unregelmässig einseitige Ausbildung sind bei diesem Typus ausserordentlich häufig und mannigfach: z. B. an einem Ende 111. 311, an dem anderen 111 allein; oder rechts 311

<sup>1)</sup> Diese Mitth. Bd. VI, pag. 172 und Bull. Soc. Min. Bd. VII, pag. 222.

vorherrschend, links kaum sichtbar. Zuweilen verschwinden die Prismen ganz und der Krystall besteht aus 111. 311, oder seltener aus 311 allein.

**Structur.** Zonar gestreifte Krystalle sind verhältnismässig häufig, die Streifung braun und so dicht gedrängt, dass ein dazu noch rissiges Individuum fast völlig opak erscheint und daher im Dünnschliffe leicht für etwas ganz Anderes gehalten werden kann, was auch wirklich speciell bei dem Gestein von Beucha geschehen ist. Eigenthümlich sind die weiten Cavernositäten, die von ursprünglich eingewachsenen und weggelösten Magnet- und Titaneisenklumpen herrühren. Im Schliffe sieht man oft beinahe farblos-wasserhelle Zirkone aus opaken Erzmassen herausragen, die anscheinend daraus hervorwachsen; dies ist jedoch nur eine Täuschung, denn es dringt vielmehr das Erz in diese hinein und hinterlässt folglich nach dem Herauslösen tief greifende Cavitäten, die in manchen Fällen  $\frac{2}{3}$  des Krystallkörpers ausmachen.

Interpositionen sind in grosser Menge und Mannigfaltigkeit vorhanden: sehr schöne und deutlich mit pyramidalen Endigungen ausgestattete Apatitsäulchen (Taf. VIII, Fig. 6); — dünne oft strichförmige Nadeln; — Cavitäten aller Dimensionen und Gestalten: runde, ovale, schlauch-, sack-, röhrenartige und auch solche, die die negative Form des Wirthes besitzen; hyaline Poren mit einem und mehreren Bläschen; sie ahmen gleichfalls öfters die negative Form des Wirthes nach; — fluidale Einschlüsse, bald rund oder unregelmässig, bald nach 111. 110, mit sehr grossen oder im Gegentheil winzigen Libellen, welche letzteren bisweilen beim Erhitzen des Präparates auf 50° C. absorbiert werden.

#### VII. b) Granit, St. Nabord, Vogesen.

Das ziemlich grobkörnige, stellenweise porphyrische dunkelgraue Gestein besteht makroskopisch aus viel sehr frischem, spiegelndem weissem Orthoklas, wenig erkennbarem Plagioklas, rauchgrauem Quarz, schwarzem Magnesiaglimmer nebst damit verfilztem Muscovit. Obschon dieser Granit im Vergleich mit anderen nur wenig Zirkon führt, so ist dieser bemerkenswerth durch das Auftreten der Basis und einer anderen Pyramide zweiter Ordnung, die die vier Polkanten der Grundpyramide abstumpft. Ein Krystall, der im Dünnschliff im Orthoklas sitzt, zeigt: 111. 110. 100. 001. 101 (Fig. 8). Diese

Zirkone gehören alle dem gedrungenen vollen Typus an. Gewöhnliche Combination: 111. 110. 100. 311; 001 und 101 werden an vielen Individuen vermisst; 100 und 311 treten zurück oder fehlen auch.

**Dimensionen:** Grösste beobachtete Krystalle: 0·12 Millimeter lang, 0·07 Millimeter breit und dick. Durchschnittlich: 0·08 Millimeter lang, 0·03 Millimeter lang und dick.

**Structur.** Die Zirkonsubstanz ist durchweg frisch und homogen; selten wurden darin 2—4 haarscharfe Zonenstreifen wahrgenommen.

**Interpositionen:** Sehr schöne fluidale Poren mit expansiblen Gasbläschen, denen jedoch die spontane Beweglichkeit fehlt; — Erzpartikel; — selten sind hier die sonst so allgemein verbreiteten Höhlungen und man vermisst gleichfalls die Belonite.

### VIII. Kaolinisierter Granitporphyr, Altenbach.

Aus 600 Gramm hellgelben, zwischen den Fingern zerreiblichen Grus wurden 2·5 Gramm röthlichgelber, beinahe reiner Zirkonsand ausgewaschen, der u. d. M. aus wenigen gelbgrau durchscheinenden Anatastafeln sowie prachtvollen, weingelben, flächenreichen Zirkonen bestand. Dieses überaus prächtige Vorkommen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. F. Schälch in Leipzig und es gereicht mir zur angenehmen Pflicht, ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen. Die mit ideal reiner, sorgfältig ausgelesener Substanz ausgeführte chemische Untersuchung ergab:

Spec. Gewicht bei 12° C.: 4·4451.

1·2021 Gramm Substanz lieferten 0·7855 Gramm Zirkonerde und 0·4045 Kieselsäure; dies procentarisch berechnet:

Kieselsäure . . .	33·64
Zirkonerde . . .	65·34
	<hr/> 98·98

Die ganz aussergewöhnlich scharf ausgebildeten Krystalle zeigen 111. 110. 100. 311. Nach Art der Combination lassen sich 3 Typen sondern:

I. Der schmale, langprismatische und flache (2—4 so lang als breit und sehr dünn). Gewöhnliche Form: 111. 110. 311; 100 sehr untergeordnet oder fehlend.

II. Der volle pyramidalprismatische (einmal so lang als breit und dick). Gewöhnliche Form: 111. 110. 100. 311; 111 untergeordnet und fehlend (Fig. 19).

III. Der breitprismatisch, tafelartige (gleichlang und breit und sehr dünn). Gewöhnliche Form 111. 110 (Taf. VIII, Fig. 13); 100, 311 ganz untergeordnet oder noch häufiger fehlend.

Es sind hier dreierlei Verwachsungen zweier Individuen mit parallelen *c*-Axen beobachtet worden: *a* — aus einem grösseren wächst an dem Ende ein kleineres hervor (Fig. 9); *b* — zwei gleich-grosse sind mit einer Prismenfläche verwachsen, und *c* — ineinander-gekapselte Individuen: das grössere zeigt 111. 100, untergeordnet 110, das kleinere dagegen 111. 110, 100 untergeordnet.

Dies ist der einzige Fall, in dem ich Gelegenheit fand, einen echten, unzweifelhaft knieförmigen Zirkonzwilling zu beobachten (Fig. 11); derselbe besteht aus zwei Individuen mit 111. 110, deren *c*-Axen eine Neigung von fast genau  $135^\circ$  besitzen. Ausserdem ist ferner noch eine andere Verwachsung, die vielleicht ebenfalls hierher gehören dürfte, zu erwähnen: es sind das nämlich äusserst scharfe, um und um ausgebildete Zirkone, die in einem grösseren Krystall scheinbar regellos interponirt sind (Fig. 10); denn es konnte ein Parallelismus weder zwischen den Pyramiden- noch Prismen-kanten beider constatirt werden, vielmehr waren ihre *c*-Axen in mehreren Fällen um etwa  $23^\circ$  gegen einander geneigt; stellt man daher den Wirth auf dunkel ein so leuchten die eingeschlossenen Kryställchen aufs grellste hervor.

Dimensionen: Grösste beobachtete Krystalle: 2.00 Millimeter lang, 0.66 Millimeter breit, 0.28 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.15 Millimeter lang, 0.06 Millimeter breit, 0.03 Millimeter dick.

Structur. Auf den Prismenflächen wurde nicht selten eine feine zur Kante parallele Riefung wahrgenommen; zonar ausgebildete Krystalle sind verhältnismässig häufig; die Anwachsstreifung beginnt oft um einen centralen dunkelbraun getrübbten Kern oder Glaseinschluss. Bald häufen sich die Zonenstreifen so sehr, dass die Krystalle dunkelbraun aussehen, bald sind es nur 2—3 haarscharfe Linien, zwischen welchen hie und da etwas farbloses Glas steckt (Fig. 13). Manche andere sind von tiefen Cavernen wie angefressen.

An Interpositionen ist dies Vorkommen aussergewöhnlich reich: Apatitsäulen deutlich die 6-seitige Pyramide nebst Prisma zeigend; so deutlich nur einmal beobachtet; — zahlreiche, zum Theil umfangreiche, sehr dunkel und breit umrandete Hohlräume von allen Gestalten; in manchen Fällen bleiben von der Krystallsubstanz nur

noch dünne Häute übrig; röhrenartige Gebilde wahrscheinlich glasiger Natur (weil sie ein viel zu schwaches Lichtbrechungsvermögen verrathen, als dass man sie etwa als hohl ansehen dürfte), die den Wirth der Länge und Quere nach ein oder mehrmals perforiren (Taf. VIII, Fig. 9); typische Glasporen zuweilen nach 111. 110 mit 1—3 Libellen; seltene, kleine fluidale Einschlüsse, hie und da nach 111. 110 mit Gasbläschen, die sehr leicht bei etwa 35° absorbiert werden. Hierher gehören allem Anschein nach gleichfalls ziemlich dunkel umrandete Poren mit sehr grossen Libellen, die beim Erhitzen nicht verschwinden; — röthliche, braune bis opake, längsgeriefte Rutilnadeln zum Theil mit deutlich pyramidalen Endigungen; sie scheinen von aussen in den Krystall hineingewachsen zu sein (Fig. 9, 10); — grosse hyaline Einschlüsse nach 111. 110, die in ihrer Mitte ein vollkommen ausgebildetes Zirkonprisma nach 111. 110 und beiderseits von demselben plattgedrückte Luftblasen führen (Fig. 14); und endlich auch Erzpartikel.

#### IX. Trachyt, Drachenfels.

Aus 300 Gramm Trachyt wurden 0.22 Gramm eines dunklen Sandes ausgewaschen, der u. d. M. folgende Gemengtheile zu erkennen gab: viel Magnetit, etwas in Säuren schwerlösliches opakes Erz, Titanit und hellweingelber Zirkon; der gereinigte Rest betrug 0.0768 Gramm. Sämmtliche Krystalle zeigen eine ähnliche Ausbildung:

Prismatisch, pyramidal; gewöhnliche Combination: 111. 110. 100. 311 (Fig. 14); das Grundprisma herrscht stets vor, 100 sehr schmal und meist fehlend; die ditetragonale Pyramide verdrängt die gewöhnliche oft entweder bis auf ein Minimum oder ganz und dann sind 110 und 311 im Gleichgewicht.

Dimensionen: Grösste beobachtete Krystalle: 0.52 Millimeter lang, 0.33 Millimeter breit, 0.30 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.12 Millimeter lang, 0.08 Millimeter breit, 0.05 Millimeter dick.

Structur. Für diesen Fall speciell charakteristisch ist der zwiebelschalige Aufbau, der jedoch in keiner Weise mit der gewöhnlichen, vielverbreiteten zonaren Streifung verwechselt werden darf. Um einen getrübbten Kern nach 111. 110 oder Glaseinschluss legen sich zuerst unregelmässig krummblättrige Schalen, die dann nach der Peripherie zu auf's genaueste der äusseren Krystallgestalt folgen; in manchen Fällen fehlt als Ausgangspunkt der centrale Kern oder Einschluss und die Zonen sind durchweg krummschalig.

**Interpositionen:** Häufige, oft grosse, meist ovale und zum Theil körnig entglaste, hyaline Poren mit und ohne Dampfbläschen; — Hohlräume in Form von Schläuchen oder Röhren, die den Krystall von einem Ende zum anderen durchbohren; — Erzpartikel; — fluidale Einschlüsse, selten nach 111. 110, mit sehr kleinen weder beweglichen noch expansiblen Libellen; — zwischen den einzelnen Schalen steckt hie und da etwas farblosen Glases; — farblose bis röthlichgelbe, an den Enden abgerundete Säulchen, die zuweilen in zum Prisma und der Pyramide parallelen Zonen interponirt sind.

#### X. Apatitreicher Basalt, Santa Rosa.

Ueber dieses eigenthümliche Gestein habe ich neulich näheres berichtet<sup>1)</sup> und möchte mir erlauben, hier einiges speciell über den Zirkon, nur wegen des Beispiels, zu wiederholen. Aus 300 Gramm Basalt erhielt ich 0.0220 Gramm reinen Zirkon von völlig weisser Farbe. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass sämmtliche (sehr scharfe) Krystalle nur ein Combination 111. 110 und eine und dieselbe Verzerrung zeigen (Taf. VIII, Fig. 15); es sind das nämlich sehr dünne, beinahe quadratische Tafelchen.

**Dimensionen:** Grösste beobachtete Krystalle: 0.20 Millimeter lang, 0.18 Millimeter breit, 0.03 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.15 Millimeter lang, 0.12 Millimeter breit, 0.15 Millimeter dick.

**Structur.** Auf der Säule wurde eine feine der Prismenkaute parallele Streifung, eine innere zonare dagegen niemals beobachtet.

**Interpositionen** (Fig. 15): seltene farblose oder mit bräunlichen Trichiten erfüllte Apatitsäulchen; — prächtige farblose Glas-poren mit 1—3 Bläschen; — Hohlräume; — Erzpartikel; — fluidale Einschlüsse, deren Libellen beim Erhitzen des Präparates auf 100° C. den Ort verändern, jedoch nicht absorbirt werden.

#### XI. Sanidinitauswürfling, Laachersee.

Das lichtgraue, sandige und leicht zerreibliche Gestein besteht wesentlich aus kleinen eckigen Sanidinkörnern, mit Magnetit und wenigen braunen Biotitschüppchen. 300 Gramm Material ergaben einen dunklen Schlämmrückstand, der u. d. M. folgende Zusammensetzung hatte: Magnetit, Titanit nebst vollkommen farblos-wasserhellem Zirkon; im gereinigten Zustande betrug dieser 1.8345 Gramm.

<sup>1)</sup> Bull. Soc. Min. T. VIII, Heft 8.

Die mit völlig reiner Substanz ausgeführte Analyse ergab:

Spec. Gewicht bei 12° C.: 4·3883.

1·0281 Gramm Substanz lieferten 0·6630 Gramm Zirkonerde und 0·3451 Gramm Kieselsäure; dies auf 100 berechnet:

Kieselsäure . . .	33·56
Zirkonerde . . .	65·06
	<hr/> 98·62

Die Krystalle zeigen eine gleichartige Ausbildung nach 111 . 110 100 . 311 . 331 <sup>1)</sup> (Fig. 18); sie gehören dem langprismatisch flachen Typus an (2—3mal so lang als breit und dick); 110 und 311 herrschen oft vor, 111 . 100 sowie 331 untergeordnet.

Dimensionen: Grösste beobachtete Krystalle: 1·55 Millimeter lang, 0·65 Millimeter breit, 0·13 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0·28 Millimeter lang, 0·13 Millimeter breit, 0·04 Millimeter dick.

Structur. Parallel der Prismenkante findet sich nicht selten eine Art haarscharfer Absonderung.

Interpositionen (bald reichlich, bald fast fehlend): Dampfporen, zum Theil nach 111 . 110, in Schwärmen parallel der Säule; — hyaline Einschlüsse, manchmal nach 111 . 110 und Glas-schläuche; liquide Poren, deren kleine Libellen beim Erwärmen nicht absorbiert werden; — um und um ausgebildete Zirkonkrystalle (Fig. 18) (flache Täfelchen 111 . 110), die scheinbar ohne krystallo-nomische Beziehung zum Wirthe eingelagert sind; trifft sie zufälliger Weise eine Bruchfläche, so ragen sie deutlich und scharf über der-selben hervor; — opake Erzpartikel.

## XII. Grauwacke aus dem Zirkongranitporphyr, Beucha.

Des Vergleiches halber war es interessant zu erfahren, was für specielle Eigenthümlichkeiten die Zirkone aus Einschlüssen eines so zirkonreichen Gesteines, wie dasjenige von Beucha, aufwiesen. Das Material, aus welchem dieselben isolirt wurden, ist die gewöhnliche dort sehr verbreitete, grüne, sandsteinartige Grauwacke mit Schnüren granitischer Injectionsmasse; die verbrauchten Handstücke sind einer metergrossen Scholle, deren Quarze durchweg secundär hyaline Poren führen, entnommen worden. 500 Gramm davon lieferten ein aus

<sup>1)</sup> Zwischen 111 und 331 glaube ich ein paar Mal eine sehr schmale Fläche beobachtet zu haben.



Magnetit sowie Titaneisen, etwas Anatas und Rutil nebst grangelbem Zirkon bestehendes Schlämmresiduum; der gereinigte zirkonreiche Rest wog 0.013 Gramm.

Die bald scharfen, bald abgerundeten Krystalle gehören dem seltenen, fast proportionirten und vollen Typus an. Gewöhnliche Combination: 111. 110. 100. 311; 100. 311 untergeordnet an der wohlproportionirten Grundform; 311 kommt auch ungleichmässig entwickelt vor (Taf. VIII, Fig. 20).

Dimensionen: Grösster beobachteter Krystall: 0.20 Millimeter lang, 0.15 Millimeter breit, 0.13 Millimeter dick. Durchschnittlich: 0.07 Millimeter lang, 0.05 Millimeter breit und dick.

Structur. Bei weitem die Mehrzahl der Krystalle ist zonar entwickelt, die Zonenstreifen haarscharf und den äusseren Umrissen conform.

Interpositionen: Seltene Hohlräume verschiedener Gestalt; — wenige Poren mit und ohne ganz winzige Bläschen, deren Natur zweifelhaft erscheint; viel eher dürfte man dieselben als fest denn als flüssig ansehen; — opake Erzpartikel.

Da die aus frischen Grauwacken der Gegend von Beucha isolirten Zirkone ganz anders beschaffen zu sein pflegen, so könnte man sie vielleicht im vorliegenden Falle als Fremdlinge granitischen Ursprungs betrachten.

Breslau, December 1885.

### Nachtrag.

Zirkone von meist gerundeter Gestalt mit und ohne mehr oder weniger deutlichen Krystallelementen und mit einem centralen, sehr dunkelbraunen bis opaken, einheitlichen Einschluss oder auch einer Anhäufung mehrerer Einschlüsse sind im hohen Grade für Gneisse und ähnliche archaische Gesteine charakteristisch. In sämtlichen 20 untersuchten Gneissvarietäten fanden sich häufig derart struirte Individuen (mit und ohne zonaren Aufbau) vor, während in typischen Graniten nur ausnahmsweise und vereinzelt etwas damit vergleichbares beobachtet wurde. Die Figuren 21 und 22 auf Taf. VIII geben einen Begriff dieser Structur.

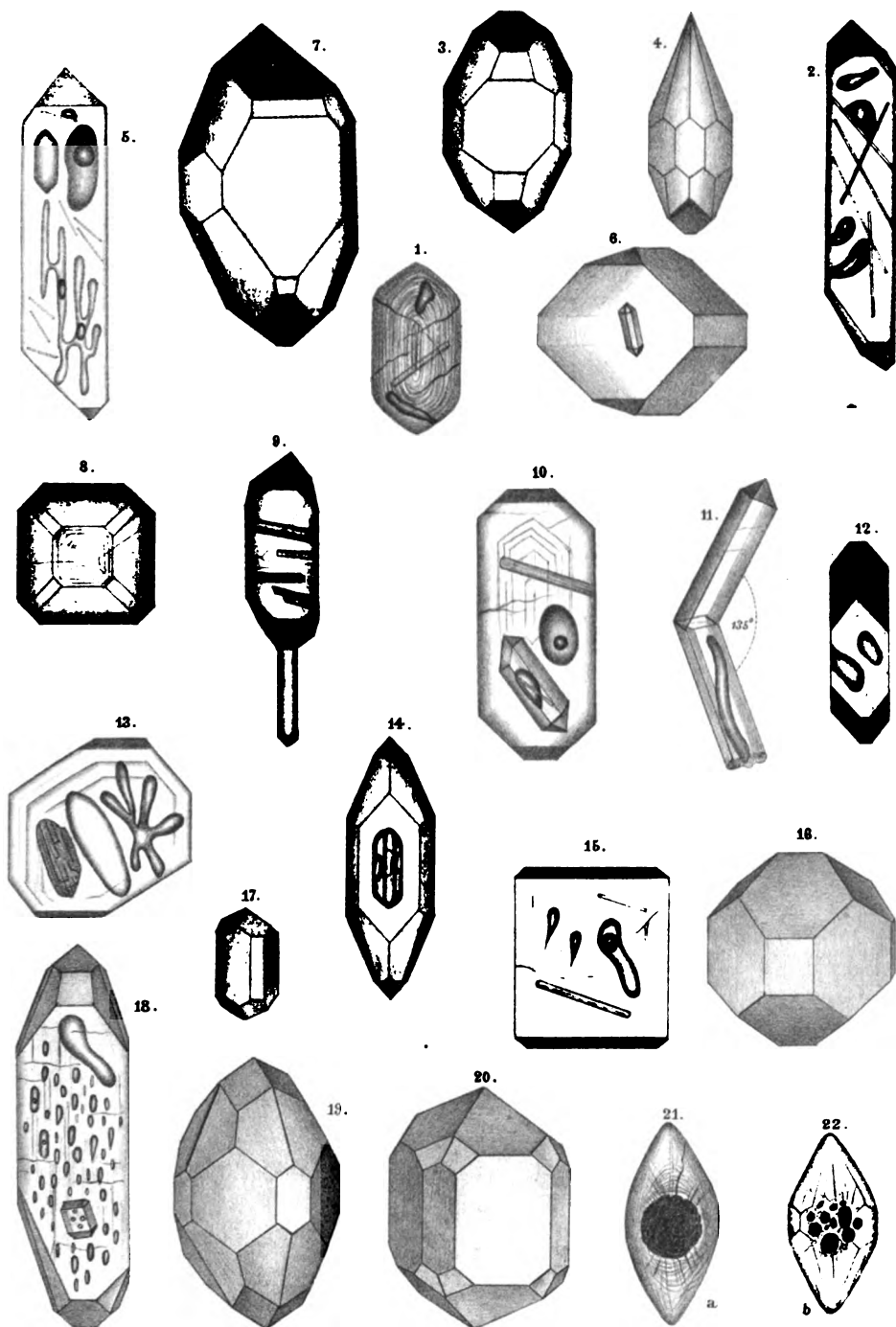
Man könnte daher den Zirkon gleichsam als Leitfossil der Gneisse betrachten und vermittelst desselben in zweifelhaften Fällen

(in genetischer Beziehung) Gneisse mit granitischem Habitus von echten Graniten unterscheiden. Nicht genug kann betont werden, dass die Zirkone im allgemeinen grösser und wohlausgebildeter werden, je mehr sich das sie führende Gestein der porphyrischen Structur mit deutlich ausgeprägter Grundmasse nähert. Die ausgezeichnetsten Krystalle habe ich in gewissen, fluidal struirten, echten Porphyren gefunden und nur der Tonalit des Adamello macht als eine Felsart von ausgeprägtestem granitischem Charakter von diesem Erfahrungssatze eine Ausnahme, indem er Zirkon von solcher Grösse und Vollkommenheit führt, wie sie mir bisher nur in typischen Porphyren bekannt waren. Es ist leicht verständlich, dass die Krystalle um desto besser gedeihen konnten, je homogen-fluidaler das ihnen als Mutterlauge dienende, ursprünglich magmatische Gesteinssubstrat gewesen war. Da sie nun stets (nebst Erzen, welche sie umhüllen und an die sie oft anschliessen) das zuerst individualisirte Element repräsentiren, so könnte man nach ihrer Entwicklungsform die einstige physikalische Beschaffenheit der Gesteinsmagmen wenigstens einigermaßen beurtheilen. Während demnach der Granit ziemlich homogen dünnflüssig — darauf deuten noch eine Reihe anderer Erscheinungen, wie z. B. Injectionen granitischen Materials in die engsten Spaltsysteme der durchbrochenen Massen — gewesen sein mochte, muss man beim Gneisse viel eher einen teigartig zähen magmatischen Zustand vermuthen, so dass die Zirkone nicht mehr frei und ungestört zur allseitigen Entwicklung gelangen konnten.

---

## Erklärung der Tafel VIII.

- Fig. 1. Zirkon 111.110 mit Beloniten, Hohlräumen und zonarer Struktur, Granulitgneiss, Rock Springs I.
- " 2. " 111.110.311 mit Nadeln, Hohlräumen und fluidalen Poren, Granit, Herrenalb IV.
- " 3. " 111.110.100.311.331, Granit, ebendas.
- " 4. " 111.110.100.311, Granit, ebendas.
- " 5. " 111.110 mit Beloniten, fluidalen, gasigen nach 111.110 Poren, Granit, Striegau V.
- " 6. " 111.110 verzerrt mit Apatitsäule, Zirkongranitporphyr, Beucha VII a.
- " 7. " 111.110.100.311.331 verzerrt, ebendas.
- " 8. " 111.110.100.001.101 (im Schriff), Granitporphyr, St. Nabord VII b.
- " 9. " 111.110.311 Verwachsung mit Hohlröhren und Rutilnadeln, Granitporphyr, Altenbach VIII.
- " 10. " 111.110 mit Zirkonkrystall nach 111.110, fluidaler Pore und Rutilnadel, ebendas.
- " 11. " 111.110 Zwillings 135° mit Hohlschlauch, ebendas.
- " 12. " 111.110.311 cavernös, typisches Ansehen für den Granit von Striegau V.
- " 13. " 111.110 stark verzerrt mit Gas- und Glaseinschluss, zonar interponiertem Glas und Brookit (?), Granitporphyr, Altenbach VIII.
- " 14. " 111.110.100.311 mit Glaspore und darin Krystall nebst Gasblasen, typische Form, ebendas.
- " 15. " 111.110 mit Apatitnadeln, Gas- und Glasporen, typisch für den Basalt, Santa Rosa X.
- " 16. " 111.110.100 verzerrt, typisch für Granit von Herrenalb IV.
- " 17. " 111.110.100, typisch für Granit von Gernsbach VI.
- " 18. " 111.110.311.331.221 mit Gas- und Glasporen nebst interponierten Zirkonkryställchen nach 111.110 typisch für Sanidinitauswürfling, Laacher See XI.
- " 19. " 111.110.100.311 typisch für Granitporphyr, Altenbach VIII.
- " 20. " 111.110.100.311 typisch für einen Grauwackenartigen Einschluss aus dem Zirkongranitporphyr von Beucha XII.
- " 21. " ohne deutliche Krystallform, mit einem centralen, grossen Einschluss, zonar gebaut, typisch für Gneiss.
- " 22. " ebenso, mit zahlreichen braunen, centralen Einschlüssen.



Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen, Bd. VII, Heft V.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Verlag von Deutscher Verlagsgesellschaft



## XXIII. Ueber das Krystallsystem des Braunites von Jakobsberg.

Von Dr. Max Schuster.

(Mit 1 Zinkographie.)

Das Vorkommen von Braunit in den Mangangruben von Jakobsberg, Wermland in Schweden, wurde von Prof. J. L. Igelström schon vor mehr als 20 Jahren entdeckt und beschrieben.<sup>1)</sup>

In letzter Zeit hat derselbe Forscher den Mineralen dieser Ergruben neue Aufmerksamkeit zugewendet und auch den Braunit von dem genannten Fundorte einer nochmaligen genaueren chemischen Untersuchung unterzogen, dabei auch die krystallographischen Verhältnisse berücksichtigt.

Die Resultate seiner diesbezüglichen Beobachtungen wurden im Bulletin de la Société minéralogique de France 1885 T. VIII, Heft 9, pag. 421 u. f. veröffentlicht.

Seinen Mittheilungen über das Auftreten und die Paragenese des in Rede stehenden Mineralen entnehme ich Folgendes:

Der Braunit findet sich derb oder in kleinen Kryställchen in einem Gange des dem schwedischen Granulite eigenthümlichen primären Kalkspathes.

Im Aussehen gleicht er im Allgemeinen dem Braunit von Ilmenau und St. Marcel.

Die Krystalle finden sich nicht in Geoden, sondern nur eingestreut in den Calcit, zusammen mit kleinen Krystallen von rothem, manganhaltigen Granat, schwarzen, quadratischen Prismen manganhaltigen Idokrases, ferner mit einem blassrothen Mangansilicat, Manganepidot, Glimmerlamellen etc. Das Pulver ist schwarz, unmagnetisch.

Ausgebildete Kryställchen sind nur im Kalkspath anzutreffen, niemals dort, wo das Mineral in grösserer Menge für sich auftritt. In Betreff des chemischen Verhaltens hebt Igelström l. c. vor Allem hervor, dass das Mineral bei Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure Chlor entwickelt und gelatinöse Kieselerde abscheidet. Schon aus letzterem Umstande schliesst er darauf, dass die Kieselerde als

<sup>1)</sup> Annales des mines de Wermland, 1884, pag. 73.

wesentlicher Bestandtheil zur chemischen Constitution dieses Braunites gehört, umso mehr, da keines der begleitenden Minerale mit Salzsäure die gleiche Reaction gibt.

In dieser Ansicht wird er durch die Ergebnisse der quantitativen Analyse, sowie dadurch bestärkt, dass er auch mit den stärksten Vergrösserungen eine Verunreinigung des angewandten Materiales nicht wahrzunehmen vermochte.

Er gibt weiter an, dass das Mineral bei Rothgluth bloß einige Milligramm an Gewicht verliert, bei noch höherer Temperatur die Farbe von  $Mn_3O_4$  annimmt, ferner, dass die salzsaure Lösung etwas Kieselsäure enthält, der grösste Theil der letzteren aber auf dem Filter bleibt.

Es wurden von ihm mit vollkommen reinen Krystallen eine Reihe Partialanalysen ausgeführt, und zwar in einer und derselben Probe  $SiO_2$ ,  $FeO$ ,  $PbO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ , selbständig für sich einmal  $SiO_2$ , ebenso  $PbO$ , wiederholt  $O$  (durch Titiren) bestimmt.

Das Mittel aller Analysen ergab ihm folgende procentische Zusammensetzung:

$SiO_2$	. . .	=	8.7
$MnO$	. . .	=	80.23
$FeO$	. . .	=	1.33
$MgO, CaO$		=	0.95
$PbO$	. . .	=	8.65
$O$	. . .	=	8.17
<hr/>			
100.00			

Baryterde wurde nicht nachgewiesen.

Im Verlaufe der an das Analysenresultat geknüpften Bemerkungen führt Igelström weiter an, dass der im Jahre 1880 gefundene Braunit von Langban ebenso wie der von Jakobsberg  $SiO_2$  als wesentlichen Bestandtheil enthalte, welche durch Salzsäure gleichfalls in gelatinösem Zustande abgeschieden werde; er vermuthet ferner, dass die Analyse Turner's vom Braunit von Elgersburg ungenau sei und resumirt seine Ansicht über die chemische Zusammensetzung des Braunites in der Weise, dass das  $Mn$  in den Brauniten in Form des Oxydes  $MnO_2$  und nicht als  $Mn_2O_3$  enthalten sei und die in den Brauniten constatirte Kieselsäure nicht, wie namentlich Kobell, Damour und Laspeyres glaubten, von einem mechanisch beigemengten Silicat herrühre.

Schliesslich gibt er noch der Meinung Ausdruck, dass die von Dana für den Braunit gebrauchte Formel:

$2 (2 MnO \cdot MnO_2) + MnO_2 \cdot SiO_2$  nicht die wahre sein dürfte, vermeidet es jedoch, aus seiner eigenen Analyse selbst eine Formel abzuleiten.

Wie man sieht, hat Igelström das chemische Verhalten des in Rede stehenden Braunitvorkommens eingehend untersucht und beschrieben.

Seine Mittheilungen über die krystallographische Beschaffenheit des Materiales beschränken sich im Wesentlichen auf die kurze Angabe, dass die Krystalle des Braunites von Jakobsberg sehr klein sind, ihre Form, welche nur unter dem Mikroskope wahrzunehmen ist, von der am Braunit bisher gewöhnlich beobachteten octaëderähnlichen quadratischen Pyramide abweicht und sich nicht mit Genauigkeit bestimmen lässt.

Ungefähr zu dem gleichen Resultate gelangte auch E. Bertrand welchem Igelström von den Krystallen zur Untersuchung überschickte. Auch er gibt an, dass die Krystallindividuen zu klein, die Flächen zu sehr gerundet seien, um eine bestimmte Aussage zu gestatten, doch scheint es ihm, dass ihre Form im Aussehen der Combination eines Rhomboëders mit der Basis sich nähert.

In gleicher Weise und vermuthlich ungefähr zu derselben Zeit hatte Herr Prof. Igelström im verflossenen Herbste an das hiesige mineralogisch-petrographische Institut Proben seines Braunitmateriales zur krystallographischen Bestimmung eingesendet, sowohl Proben von dem mit Braunit-Kryställchen und anderen bräunlich-rothen Manganmineralen durchsetzten, krystallinisch-körnigen Calcitgemenge, als auch von dem davon herausgeätzten Krystall-Sand, der im Aussehen bald an Titaneisensand, bald an Magnetit- oder selbst an manchen Edelsteinsand erinnert. Da mich Herr Director Tschermak mit dieser Untersuchung betraute, so fand ich bald Gelegenheit zu ähnlichen Beobachtungen, wie sie von Igelström und von Bertrand oben mitgetheilt wurden.

Auch mir musste nach der allgemeinen Beschaffenheit des Materiales jede genauere krystallographische Untersuchung der Kryställchen, namentlich ihre goniometrische Untersuchung, Anfangs ziemlich aussichtslos erscheinen.

Da mich aber die Frage nach dem Krystallsystem des Braunites lebhaft interessirte, so habe ich der Untersuchung später mehr



Zeit und Mühe zugewendet, als dies unter anderen Umständen gerechtfertigt erschienen wäre und so gelang es mir schliesslich in der That, wenigstens das System der vorliegenden Braunitkrystalle mit grosser Wahrscheinlichkeit festzustellen.

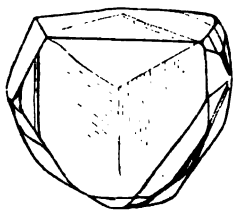
Das Resultat der Untersuchung wurde Herrn Igelström zur Verfügung gestellt, welcher jedoch darauf verzichtete, davon Gebrauch zu machen, da er seine eigene Arbeit über den Gegenstand bereits abgeschlossen und in den Druck gegeben hatte.

Mit Rücksicht auf die interessanten Beziehungen, welche sich bei Discussion des von mir erhaltenen Resultates zwischen dem untersuchten und verwandten Mineralen herausstellten, möchte ich es nicht für überflüssig halten, dasselbe der Oeffentlichkeit zu übergeben in der Hoffnung, dass künftige Beobachter dadurch veranlasst werden, an die nachfolgenden Mittheilungen anzuknüpfen und an günstigerem Materiale die vollständige Entscheidung der angeregten Frage herbeizuführen.

### Krystallographische Untersuchung des Braunites von Jakobsberg.

Die mir zur Untersuchung übergebenen Braunitkryställchen wurden unter dem Mikroskope auf ihre Flächenbeschaffenheit und Ausbildungsweise geprüft, die Winkel ihres Umrisses dabei festgestellt, ihre Flächenwinkel, soweit es möglich war, mit dem Fernrohrgoniometer oder mit dem Wollaston'schen Goniometer bestimmt.

Aus diesen Untersuchungen ergab sich mit grosser Wahrscheinlichkeit das Resultat, dass dieselben dem rhomboëdrischen System, und zwar der tetartoëdrischen Abtheilung desselben zuzuzählen und als isomorph mit dem Eisenglanz und Ilmenit anzusehen seien.



Völlige Gewissheit darüber zu erlangen, hinderte die Ungunst des Materiales. Die Untersuchung gestaltete sich mühsam und schwierig aus folgenden Gründen:

1. Wegen der Grössenverhältnisse der Kryställchen, deren längste Dimension kaum einen halben Millimeter erreicht.
2. Wegen ihrer Flächenentwicklung und Ausbildungsweise.

(Davon und von dem allgemeinen Habitus der Krystalle mag die umstehende, ein bestimmtes Individuum darstellende Figur ein ungefähres Bild geben.)

Unter dem Mikroskope betrachtet, stellen sie sich bereits als eine Combination von zahlreichen Flächen dar, von denen in der Regel nur eine und deren Gegenfläche, sehr selten zwei grösser entwickelt sind, während die übrigen den Rand des winzigen Täfelchens mit vielen Facetten überdecken.

Der erstere Umstand, die Reichhaltigkeit der Combination, erschwert die Orientirung umso mehr, als keineswegs immer dieselben Flächen vorherrschend entwickelt zu sein scheinen, der zweite macht es erklärlich, dass die Reflexe meist zu lichtschwach sind, um die Messung mit dem Fernrohrgoniometer zu gestatten.

3. Auch die Oberflächen-Beschaffenheit selbst der besten Krystalle ist ungünstiger, als man es nach dem hellen Glanze, mit welchem die Flächen unter dem Mikroskope aufblitzen, erwarten sollte.

Bei genauerem Studium erweist sich ein Theil derselben gestreift, ein Theil in Vicinalflächen gebrochen.

Aus den angeführten Gründen konnten nur sehr wenige Kryställchen einer genaueren Untersuchung unterzogen werden und nur an einem einzigen liessen sich mehrere Zonen zur vorherrschend entwickelten Fläche durchmessen.

4. Viele der Kryställchen erwiesen sich als Zwillingsgruppen.

5. Endlich zeigte es sich, dass die Kryställchen einer Grenzform nahe kommen, wodurch die Frage nach dem System natürlich erheblich erschwert wird — und dass ihre Winkelverhältnisse im Ganzen denjenigen entsprechen, welche für den Braunit von anderen Fundorten bereits bekannt sind, aus denen andere Forscher, wie Haidinger, Des Cloizeaux eine dem Octaëder sehr nahestehende tetragonale Pyramide als Grundgestalt abgeleitet haben.

Im Gegensatze dazu möchte ich auf Grund der Untersuchungen am vorliegenden Materiale die Ansicht aussprechen, dass dem vorliegenden Braunit (vielleicht dem Braunit überhaupt) eine würfelähnliche rhomboëdrische Grundgestalt zukomme und dass demzufolge die scheinbare tetragonale Pyramide hier als eine (gleichfalls sehr octaëderähnliche) Combination von  $0R/-2R$  aufzufassen sei, während die sonst noch vom Braunit angegebenen Flächen wie  $2P_2$  theils mit Rhomboëdern, wie z. B.  $s\left(\frac{1}{4}R\right)$ , theils mit Skalenoëdern, welche ähnlich  $n\left(\frac{4}{3}P_2\right)$  der Zone  $R/-2R$  angehören und dabei bemerkenswerther Weise nur einseitig entwickelt erscheinen, identificirt werden müssten.

Von den Gründen, die mich zu dieser Auffassung bestimmen, welche gleichzeitig den Braunit isomorph erscheinen lässt mit dem Eisenglanz und Ilmenit, mag Folgendes angeführt werden:

Unter den Winkeln, welche für die Neigung der vorherrschenden Fläche zu deren Randflächen mit dem Fernrohrgoniometer festgestellt wurden, wiederholen sich gewisse Werthe wie  $88^{\circ} 40'$ ,  $88^{\circ} 50'$ ,  $83^{\circ} 55'$ , dann  $54^{\circ}$ ,  $54^{\circ} 27'$ ,  $56^{\circ}$ , endlich  $35^{\circ} 35'$ ,  $35^{\circ} 8'$  mehrmals.

Von diesen Winkeln ist der von  $54^{\circ} 27'$  besonders charakteristisch.

Derselbe nähert sich sehr auffallend dem Winkel ( $54^{\circ} 44'$ ) zwischen Octaëder und Würfel im tesserale System und würde bei tetragonaler Deutung als Winkel zwischen der Grundpyramide und der Basisfläche ( $54^{\circ} 20'$ ), resp. zwischen der Grundpyramide und dem verwendeten Prisma ( $54^{\circ} 50'$ ) aufzufassen sein. Eine dieser beiden Flächen wäre also im einfachsten Falle als vorherrschend ausgebildet anzusehen. Der Winkel  $35^{\circ} 30'$  würde bei Annahme derselben Flächen den Winkeln zwischen Pyramidenfläche und verticalem Prisma ( $35^{\circ} 40'$ ), respective Pyramidenfläche und verwendeter Pyramide ( $35^{\circ} 4'$ ) entsprechen; der Winkel  $88^{\circ} 50'$  würde dabei keine einfache Deutung erfahren können.

Schon darin liegt eine Schwierigkeit, die verschwindet, wenn man nicht das tetragonale, sondern das rhomboëdrische System zu Grunde legt.

In diesem Falle würde der Winkel  $88^{\circ} 50'$  dem Polkantenwinkel des würfelförmlichen Grundrhomboëders entsprechen, was auch mit dem  $90^{\circ}$  ein wenig übersteigenden Winkel, den die Tracen der zugehörigen Randflächen im Umrisse bilden, sich gut vereinigen lässt.

Es würden danach auch die Winkel  $53^{\circ} 55'$  für die Neigung  $R:0R$ ,  $54^{\circ} 27'$  für  $R:-2R$  rechts und links und endlich  $56^{\circ} 7'$  für  $R:-2R$  in der horizontalen Kante mit den durch Messung wirklich festgestellten, oben aufgeführten Werthen im Einklange stehen und auch die Winkel  $35^{\circ} 33'$  etc. könnten für Flächen der Zonen  $R/s$  und  $R/-2R$  leicht geltend gemacht werden.

Im directen Widerspruche mit der Annahme des tetragonalen Systems stehen insbesondere noch die Beobachtungen an dem einen Kryställchen, an welchem mehrere Zonen durchgemessen wurden.

Gleichviel, ob die vorherrschend ausgebildete Fläche, nach welcher dasselbe dick tafelartig erscheint, mit den Endflächen, der Grundpyramide oder selbst mit einer Fläche der ditetragonalen, an andern Braunitkrystallen nachgewiesenen Pyramide  $2P_2$ , die bisweilen ja gleichfalls vorherrschen soll, identificirt wird, immer entstehen neue Widersprüche. Es sind an jenem Individuum zwei zur vorherrschenden Fläche gehende Zonen vorhanden, welche untereinander, so weit es sich feststellen liess, genau  $90^\circ$  einschliessen und in diesen beiden Zonen wiederholt sich der charakteristische Winkel von  $54^\circ 27'$ .

Schon darum kann die Tafelfläche nicht Grundpyramide sein, wo die betreffenden Zonen einen Winkel von  $120^\circ$  einschliessen. Gegen die Auffassung als Basis oder verwendetes Prisma spricht aber der aus dem Umrisse, welcher von den Randkanten gebildet wird, aus der ungleichen Vertheilung der Flächenpole zu beiden Seiten der Tafelfläche innerhalb der darüber gehenden Zonen, aus der Art der Flächenstreifung etc. gefolgerte asymmetrische Charakter der in Rede stehenden Fläche.

Dieses Bedenken würde allerdings schwinden, wenn man sie mit einer Pyramidenfläche  $2P_2$  identificiren wollte — dagegen würden die aus den Winkelverhältnissen sich ergebenden Widersprüche in erhöhtem Masse auftreten, als bei Annahme der Grundpyramide.

Dazu kommt noch, dass sich das Täfelchen bei genauester Betrachtung als Zwilling nach der vorherrschenden Fläche erweist, dessen Grenzlinie beim Aufstellen des Kryställchens auf die Schmalseite unter dem Mikroskope durch einspringende Winkel hie und da ziemlich deutlich markirt ist, ein Umstand, welcher wohl gleichfalls gegen die Annahme von Endflächen oder auch einer complicirten Pyramidenfläche geltend gemacht werden könnte.

Alle diese Schwierigkeiten erscheinen beseitigt, wenn der Krystall dem rhomboëdrischen System, und zwar der tetartoëdrischen Abtheilung desselben, angehört, weshalb ich dieser Auffassung bei dem bisherigen Beobachtungsmateriale unbedingt den Vorzug geben muss.

Es ist dann die vorherrschende Fläche mit  $R$  zu identificiren, und man hat es hier mit einem ähnlichen Zwilling nach  $R$  zu thun, wie sie vom Eisenglanz und Titaneisenerz ziemlich häufig sind; die am Krystalle beobachteten Winkel lassen ferner auf eine Combination von  $R$  mit  $-2R$ ,  $0R$ ,  $-\frac{1}{2}R$  und verschiedenen Flächen der Zonen

$R/0R$ ,  $R/-\frac{1}{2}R$  und  $R/-2R$  schliessen, wobei letztere nur einseitig, d. h. mit der Hälfte ihrer Flächen entwickelt wären.

Nach den Messungen an den übrigen Krystallen erscheint ausserdem das Vorhandensein einer Streifenzone, die den Flächen  $u\left(\frac{3}{5}R\right)$  und  $s\left(\frac{1}{4}R\right)$  des Eisenglanz entsprechen würde, sowie anderer Flächen wahrscheinlich.

Der vorliegende Braunit würde also gewisse Eigenthümlichkeiten der Ausbildungsweise des Eisenglanzes (vorherrschendes  $R$  und Zone  $R's$  etc.) mit denen des Titaneisens (Vorherrschen von  $-2R$ ) in sich vereinigen, wobei jedoch  $n\left(\frac{4}{3}P2\right)$  durch ein mit der Hälfte der Flächen ausgebildetes Skalenoëder derselben Zone ( $R/-2R$ ) vertreten erscheint. Entschliesst man sich nun, den Braunit als isomorph zu betrachten mit dem Ilmenit und Eisenglanz, so würde dem Grundrhomboëder des Eisenglanzes und Ilmenites von  $86^\circ$  ein solches von  $88^\circ 50'$  beim Braunit gegenüberstehen und demgemäss dem Axenverhältnis der ersteren,  $1 : 1.359$ , ein solches von  $1 : 1.188$  beim letzteren Mineral.

Die Abweichungen in den Grunddimensionen der betrachteten Minerale wären allerdings nicht unbedeutend, aber doch nicht grösser als zwischen anderen zweifellos als isomorph geltenden Mineralen und würden umsoweniger Auffallendes an sich haben, als damit die bereits bekannte Thatsache wieder bestätigt erscheint, dass dem  $Mn$  in den analogen Verbindungen eine stärkere morphotropische Kraft zuzuschreiben ist, als dem  $Fe$  und verwandten Elementen.

### Discussion der chemischen Zusammensetzung des Braunites von Jakobsberg.

Indem ich die Möglichkeit zugebe, dass die Braunitsubstanz dimorph sein könnte, möchte ich mich darauf beschränken, noch zu zeigen, dass auch die von Igelström gelieferten chemischen Daten mit der eben entwickelten Auffassung, welche den Braunit von Jakobsberg als mit Eisenglanz und Ilmenit isomorph betrachtet, sich in Einklang bringen lassen.

Wenn man in der vorhin mitgetheilten Analyse Igelström's statt der angegebenen Mengen von  $FeO$ ,  $MgO$ ,  $PbO$  die äquivalente

Menge  $MnO$  einsetzt und die Analyse dann wiederum auf die Summe 100 umrechnet, so erhält man

Kieselsäure . . . . .	8·66
Manganoxydul . . . . .	83·20
Sauerstoff . . . . .	8·14
	<hr/>
	100·00

Diese Zahlen kommen denjenigen sehr nahe, welche das Verhältnis  $11 Mn_2O_3 : 3 MnSiO_3$  fordert, nämlich:

Kieselsäure . . . . .	8·46
Manganoxydul . . . . .	83·26
Sauerstoff . . . . .	8·28
	<hr/>
	100·00

Damit stimmt auch Rammelsberg's Analyse des Braunites von Elgersburg ziemlich gut, während die anderen Analysen mehr auf die Verhältnisse 4 : 1 oder 3 : 1 hinweisen.

Ob das Material für diese rein war, bleibt, wie schon Igelström hervorhebt, fraglich.

Jedenfalls berechtigt auch die atomistische Analogie von  $Mn_2O_3$ ,  $MnSiO_3$ ,  $Fe_2O_3$  zur Vermuthung einer Isomorphie zwischen Braunit, Eisenglanz und Ilmenit.

Mineralogisch - petrographisches Universitäts - Institut, Wien,  
Mai 1886.

## XXIV. Notizen.

### Mineralogische Zusammensetzung eines Gletschersandes.

Zur Untersuchung lag ein im ganzen feiner Sand vor, welchen Herr Hofrath G. Tschermak vor circa acht Jahren als eben entstandenen Absatz des Tauernbaches beim Tauernhaus im Gschlöss (Tirol) gesammelt hatte, eines Baches, der das Schmelzwasser mehrerer Gletscher des Venediger (Schlattenkees, Viltragenkees) führt.

Dieser Gletschersand besteht in seiner Hauptmasse aus sehr verschieden geformten Bruchstückengesteinsbildender Minerale und seltener aus ganzen Kryställchen derselben, von der Grösse gewöhnlichen Streusandes bis herab zu staubartigen Splitterchen, welche auch unter der Loupe keine Form mehr erkennen lassen. In der Minderzahl sind Mohn- bis Hanf-Korn grosse Stückchen, dazwischen auch einzelne grössere, meist abgerundete Gesteinsbröckchen, welche dem Zerreiben noch widerstanden.

Die Färbung desselben ist im allgemeinen lichtgrau, in Folge Vorherrschens der weissen Elemente, er erhält aber ein buntes Aussehen durch lebhaft roth, gelb, grün gefärbte, dunkelbraune und schwarze Bestandtheile und durch zahlreiche glitzernde Glimmerblättchen.

Charakteristisch ist für diesen Sand, das alle anderen Bestandtheile überwiegende Vorkommen von Quarz mit Feldspath und Mineralen der Glimmer- und Chloritgruppe in allen Grösseverhältnissen, vom feinsten, kaum sichtbaren Splitter und Schüppchen bis zum grossen Korne und dicken Blättchen mit ansehnlichem Durchmesser. Weiters zeichnen sich alle Minerale, welche den Sand zusammensetzen, durch besondere Frische aus; nur selten bemerkt man an Biotit- oder Chloritschüppchen den Beginn einer Zersetzung, von welcher der Feldspath frei ist; thonige Partikel fehlen auch unter den feinsten Theilchen.

Mit Sicherheit wurden im vorliegenden Sande die folgenden Minerale nachgewiesen, welche hier nach der grösseren oder geringeren Häufigkeit ihres Auftretens angeordnet sind.

**Quarz.** Ein sehr grosser Theil der diesem Minerale zugehörigen Splitter und Körner ist farblos, durchsichtig und fast frei von Einschlüssen, mit deutlich muschligen Bruchflächen, wie Bergkrystall; diese, sowie eine graue Art (in grösseren Körnern durchscheinend, mit zahlreichen Gasporen und Flüssigkeitseinschlüssen, erinnert an die Quarze der Granite und der echten Gneisse.

Ebenso häufig ist der weisse, undurchsichtige Quarz, oft gelblich gefärbt, welcher in einzelnen verschieden grossen Körnern auftritt, aber auch aus mikroskopischen Individuen bestehende Aggregate bildet, die mit Glimmerblättchen verwachsen erscheinen.

Seltene, gelblich bis bräunlich gefärbte, dabei durchsichtige Splitter machen den Eindruck von Rauchquarz.

**Feldspathe:** Orthoklas. Gut bestimmbare Stücke dieses Minerals waren nicht gar häufig, und eine sichere Unterscheidung vom Quarze nur auf wenige

Fälle beschränkt, doch liess sich aus den bei diesen Beobachtungen gewonnenen Resultaten entnehmen, dass Quarz und Feldspath fast in gleicher Menge vorhanden seien. Während aber ersterer unter den grösseren Körnern vorherrschte, überwog der Feldspath unter den feineren Splittern. Derselbe war, namentlich im letzteren Falle, nur an feinen Spalttrissen, nach diesen gerader oder wenig schiefer Auslöschung, schwachen Polarisationsfarben zu erkennen. (Bei mangelnden Spalttrissen genügte die Beobachtung des Verhaltens im converg. pol. Lichte, in welchem auch winzige Quarzpartikel sich als einaxig erweisen.)

Wasserhelle, durchsichtige Körner und dicke Täfelchen, von Spaltflächen begrenzt, an denen eine Bestimmung sehr gut gelang, sind wohl dem Adular zuzuzählen; der gemeine Orthoklas ist durch zahlreiche Spaltstückchen und Splitter vertreten, welche durch eine dichte Anhäufung von Einschlüssen der verschiedensten Art getrübt, weiss erscheinen.

Bemerkenswerth ist ein grösseres Orthoklas-Spaltungsstück, welches von den Spaltflächen  $P(001)$  und  $l(110)$  begrenzt war; seine Färbung war grau, hervorgerufen durch massenhafte Einschlüsse einer kohligen Substanz, die schlierenartig den wasserhellen Orthoklas, ihn fast erfüllend, durchzieht. Durch diese Art von Einschlüssen, zu denen noch einzelne Rutilssäulchen und Körner eines farblosen Minerals treten, zeigt dieses Vorkommen die grösste Aehnlichkeit mit dem Feldspathe mancher Chloritoidschiefer (Fusch, etc.), so dass es vielleicht erlaubt ist, seinen Ursprung von solchen oder ähnlichen Schiefen herzuleiten. Diese Art war in feinen Splittern häufig.

Hier wären noch Körner von Quarz oder Feldspath zu erwähnen, welche mit solchen Einschlüssen ganz erfüllt waren, wie sie für diese Minerale aus manchen krystallinischen Schiefen, auch Albitgneissen, charakteristisch sind.

Plagioklasse wurden nicht beobachtet.

Muscovit. Dieses Mineral, welches von den glimmerartigen am häufigsten auftritt, zeigt eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausbildung, als farblose, weisse bis licht bräunlichgelbe, durchsichtige Blättchen, talkähnliche Aggregate von grünlich-weisser Färbung, auch als braune, oft recht dicke Täfelchen. Sie sind abgerundet, verdrückt und auf den Spaltflächen verkratzt, aber alle sehr frisch; erwähnenswerth sind Einschlüsse von Epidot, Zirkonkryställchen, Titaneisen (?), dann Verwachsungen mit Biotit.

Biotit ist nicht so häufig als das vorerwähnte Mineral, doch ist der Reichtum namentlich an Farbe-Varietäten ein viel grösserer. Schwarzbraune, rothbraune, grünlichbraune, gelblichgrüne, dunkel- bis schwarzgrüne Täfelchen sind mehr oder weniger frisch; öfter sieht man goldig glänzende, stark zersetzte Schüppchen.

Von Chloriten wurde nur ein gelbgrünes, graugrünes, oft sehr schön hell blaugrünes Mineral beobachtet, welches wegen seinen optischen Eigenschaften als Klinochlor zu bezeichnen wäre. Manchmal bemerkt man den Beginn einer Zersetzung, nicht selten Verwachsungen mit braunem Biotit.

Epidot ist einer der häufigsten und auffälligsten Bestandtheile. Er kommt fast immer in Bruchstücken von Krystallen vor, welche meist säulenförmig, nach  $M(001)$  tafelig sind und noch eine schmale Fläche aus der Zone  $M:T$  zeigen; daneben finden sich kurze, dicke Säulen, selten dünne Nadeln vor. Die Färbung ist licht, gelblich, fast farblos, bis bräunlichgelb, der Pleochroismus sehr stark.



Das Auftreten des Epidots in Krystallbruchstückchen lässt Beziehungen zu dem gleichartigen Vorkommen dieses Minerals auf Spalten und den Flächen der Schieferung in den Tauern weit verbreiteter Schiefer-Gesteine vermuthen.

Amphibol. Aus dieser Familie sind zwei Minerale aufzuführen.

Eine dunkelgrüne bis grünschwarze Hornblende, wie sie aus Graniten, Dioriten bekannt ist, tritt in Körnern und gröberen Splittern von faserigem Baue auf; häufiger ist Aktinolith von hellgrüner Färbung, einem Diopsid nicht unähnlich. Genaue Untersuchungen erwiesen aber unzweifelhaft die Amphibol-Natur dieses stängligen Minerals. Der Pleochroismus ist deutlich, blaugrün, gelblichgrün.

Granat in mikroskopischen, scharfkantigen, oft sehr ebenmässig nach  $\infty O$  entwickelten, farblosen bis blassrothen Krystallen und kleinen Bruchstückchen von rosa Färbung bildet einen Hauptbestandtheil namentlich des feineren Sandes. Eine zweite licht- bis dunkel-braune Art kommt nur in Bruchstückchen meist unter den grösseren Körnern vor. Beide Granaten sind reich an mancherlei Einschlüssen.

Zirkon. Sehr schön ausgebildete, gut erhaltene Krystalle von kurz-säulenförmigem Typus waren nicht selten, verzerrte und zerbrochene Krystalle unter den feineren Theilchen recht häufig. Anstatt einer weitläufigen Beschreibung, weise ich auf die zum Aufsätze K. v. Chrustschoffs über Zirkon gehörige Taf. VIII in diesem Hefte hin.

Am öftesten wurden solche Krystalle beobachtet, wie sie Fig. 17 darstellt, doch fehlte oft das Prisma ganz; dieselben sind blass röthlich-braun bis farblos, ihre Oberfläche manchmal rauh, die Kanten wie angefressen. Fig. 2 und 5 geben ein Bild eines mehr tafelförmigen für Granit charakteristischen Typus farbloser Krystalle, welchem auch die meisten Bruchstücke angehören und die durch die vielen Einschlüsse auffällig von den ersteren unterschieden sind. Einmal wurde ein Krystall ähnlich dem der Fig. 14, einigemal jenen fast gleiche beobachtet, welche Chrustschoff als typisch für Granite und Gneisse erklärt.

Rutil kommt selten in den bekannten rothbraunen, säulen- und nadel-förmigen Krystallen mit abgebrochenen Enden vor.

Turmalinsäulchen von zimmtbrauner Färbung wurde einigemal gefunden.

Ein schwarzes Erz, in dünner Schicht von rother Farbe, wurde als Eisenglanz erkannt; ausserdem konnten mit dem Magnete nur sehr wenige magnetische Partikel (Magnetit?) ausgezogen werden.

Pyrit, in Goethit verwandelt, in kleinen Würfelchen an der charakteristischen Streifung leicht kenntlich, fanden sich aber nur sehr selten vor.

Apatit wurde als Mineral nicht erkannt; der Gehalt an Phosphorsäure aber, welche auf Grund mit der grössten Vorsicht angestellter Reactionen nachgewiesen wurde, lässt auf die Gegenwart dieses Mineralen schliessen.

Ausser diesen Mineralen finden sich, unter den grössten Bestandtheilen vorwiegend, abgerollte Bruchstückchen verschiedener Gesteine, oft aber nur grössere Quarzkörner mit anhaftenden Glimmerblättchen, Hornblende- oder Epidot-Splitterchen. Diese Gesteinsbröckchen gehören theilweise Gneissen, meist aber verschiedenen Arten von Glimmerschiefern an, von denen einige sich ganz gut feststellen liessen.

Nach den zuletzt beschriebenen Gesteinsfragmenten und nach den Eigenthümlichkeiten der im vorliegenden Sande aufgefundenen Minerale kann man die Herkunft des Gletschersandes auf folgende Gesteine zurückführen: Gneisse und

mehrere Arten von Glimmerschiefern (dunkler Gl. — Muscovitschiefer — graphitischer Gl. — Epidot-Glimmerschiefer), die thatsächlich im Gebiete der oben erwähnten Gletscher auftreten, dann nach den eigenthümlichen Zirkonen zu schliessen, auch bis jetzt dort nicht beobachteten Granit (?), Chloritschiefer, Chloritoidschiefer (?).

Wien, Mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut; Mai 1886.

Dr. Heinrich Wichmann.

### Ueber das neue Beryllvorkommen am Ifinger.

Einer gütigen Mittheilung des hochwürdigen Herrn P. Sigmund Fellöcker, Prior des Stiftes Kremsmünster in Oberösterreich, an Herrn Hofrath Tschermak verdanken wir über die Entdeckung dieses neuen Tiroler Beryllvorkommens, sowie über die Lage des Fundpunktes folgende Details:

„Fast 4 Stunden von Meran,  $\frac{3}{4}$  Stunden hinter und ober dem kleinen Badeorte Verdins im Passeyer (820 Meter hoch gelegen) an der Nordseite des Ifinger (zwischen Ifinger und Hirzer) liegt die Masulschlucht.

Bei Ausflügen dahin im Sommer und Herbst 1883 fand Fräulein Marianne Mairhofer von Meran mit einer Freundin, mindestens 1000 Meter hoch in einem anstehenden Blocke Glimmerschiefer die Beryllkrystalle.“

Aus weiteren freundlichen Mittheilungen des geehrten Herrn Einsenders, dessen Interesse und Verdienste um die Mineralogie allgemein bekannt sind, geht hervor, dass die ganz trüben, undurchsichtigen Krystalle gemeinen Berylles an jener Stelle des Gesteins in reichlicher Menge sich nach den verschiedensten Richtungen eingestreut vorfinden, dass sie sich dabei meistens berühren und aneinander gewachsen sind, so dass man kaum einen einzelnen Krystall unbeschädigt herausbringen kann, ohne gleichzeitig mehrere andere zu zerschlagen; daher erklärt es sich auch, dass eine natürliche Endfläche an den losen Krystallen nur äusserst selten zu beobachten ist, indem die verticale Säule an ihrem Ende in der Regel durch Spaltflächen abgeschlossen erscheint.

Die Färbung dieses Berylls ist unrein und wenig prägnant, im allgemeinen grünlichgrau, stellenweise weissgrau, stellenweise (da wo er am klarsten und durchsichtigsten ist) bläulichgrün.

Unter den Flächen der verticalen Säule herrscht das Protoprisma  $\infty P$  bei weitem vor, die Kanten desselben erscheinen aber meist abgestumpft durch das Deutoprisma  $\infty P2$ .

In der Grösse sollen die Krystalle sehr variiren und nach Angabe des Herrn Priors die grössten ihm bekannten Exemplare einen Umfang von 34 Centimeter bei einer Höhe von 18 Centimetern erreichen.

Das mir zur Ansicht vorliegende Beryll Exemplar ist in mehr als einer Beziehung interessant.

Ein Theil der verticalen Säule, sowie der auf einer grossen Spaltfläche sichtbare Querschnitt desselben ist blosgelegt, während der übrige Theil des Krystalles in der umgebenden Gesteinsmasse sich verliert.

Von dem eingeschlossenen Theile sind nur die Seiten der verticalen Säule gegen das anstossende Mineralgemenge etwas regelmässiger, durch ziemlich ebene oder etwas gerundete Flächen abgegrenzt, während das untere Ende der Säule ganz unregelmässig zerstückelt und abgebrochen erscheint.

Aber auch auf den blosgelegten Flächen des Protoprismas, an deren Kanten hier Andeutungen dihexagonaler Prismen auftreten, sind regelmässig und unregelmässig verlaufende Längs- und Querrisse und Sprünge in reichlicher Menge zu bemerken, nach denen einzelne Theile der genannten Flächen verschoben und eingedrückt erscheinen, was sich dann auf der den Abschluss bildenden Spaltfläche recht gut weiter verfolgen lässt.

Alles spricht aufs deutliche dafür, dass Bewegungen im Innern der umschliessenden Gesteinsmasse zur Zeit, als die Beryllindividuen bereits fertig gebildet darin lagen, vor sich gegangen seien.

Die Sprünge und sonstigen, bei den Verschiebungen einzelner Krystalltheile gegen einander entstandenen Lücken erscheinen mit folgenden drei Mineralen ausgefüllt: Einem krystallinisch körnigen weiss- bis bläulichgrauen Feldspath, welcher im ganzen Habitus an einen labradoritähnlichen Plagioklas, besonders auffallend beispielsweise an den Naroëdaler Bytownit erinnert, ferner einem ebensolchen, makroskopisch schwierig, zumeist nur durch die Beschaffenheit der Bruchflächen davon unterscheidbaren, mehr untergeordneten, gleichmässiger grauen Quarz, und blättrigen Aggregaten schwach nelkenbraunen, silberglänzenden Kaliglimmers.

Es ist kein Zweifel, dass sich die genannten Minerale wenigstens zum Theile an Ort und Stelle gebildet haben, also zwischen den Fragmenten des Beryllindividuums zur Krystallisation gelangten; schon beim Feldspath und Glimmer, in noch höherem Grade beim Quarz sind, zumal im Dünnschliffe, Beziehungen zwischen der Form, welche die krystallinischen Individuen derselben schliesslich annahmen und den Spaltenwänden des Berylls bisweilen unverkennbar. Allein, diese als Ausfüllung auftretenden Elemente tragen andererseits oft selbst wieder deutliche Spuren von Druck- und Bruchphänomenen an sich, ein Beweis dafür, dass jene Bewegungsvorgänge auch während und nach ihrer Bildung fortgedauert haben; immer aber wurden die neu entstandenen Wunden durch neue Krystallisation ausgefüllt, wobei die Reihenfolge des Vorganges die folgende gewesen zu sein scheint:

Der Beryll ist nach dem Zerbrechen nicht mehr weiter gewachsen; zwischen den Fragmenten erschienen zunächst Feldspath und Glimmer; beide wurden selbst gebrochen und zum Theil auch in diesem Zustande in die gleichzeitig entstandenen neuen Spalten des Berylls hineingepresst; ihre Bruchflächen heilten aus — anfangs durch Neubildung, wechselweise von Glimmer und Quarz, Quarz und Feldspath; zuletzt aber blieb nur noch der Quarz übrig, dessen Bildung fort dauerte, bis sämtliche Fugen und Lücken sich wieder geschlossen hatten, so dass uns heute das durchtrümmerte Gestein wieder als vollkommen compactes Stück vorliegt.

Von den zuletzt genannten Mineralen bietet der Quarz, welcher wenige Flüssigkeitseinschlüsse führt, fast wasserklar ist (und eben deshalb im auffallenden Lichte dunkler erscheint), gar keine Besonderheit dar.

Der Glimmer, welcher da, wo er zum Vorschein kommt, ohne Ausnahme gebogen, verdrückt und gefaltet erscheint, ist durchschnittlich sehr frisch, zeigt im convergenten polarisirten Lichte das Interferenzbild und ergibt den optischen Axenwinkel des gewöhnlichen Kaliglimmers; vereinzelte Lagen von auffallend grüner Farbe, die sich an einer Stelle zwischen die braunen eingeschaltet finden, könnte man auf den Beginn einer Zersetzung zurückführen; doch unter-

scheiden sich auch diese in optischer Beziehung nicht im geringsten weder vom Muscovit überhaupt, noch von den umgebenden Partien.

Am bemerkenswerthesten unter ihnen erscheint der Feldspath. Bei dem Umstande, als derselbe im allgemeinen Habitus, wie erwähnt, dem Labradorite ähnelt, ja sogar, wie Herr P. Fellöcker angibt, bisweilen gleich diesem die Erscheinung des Labradorisirens zeigt, ist es gewiss interessant, zu erfahren, dass er der Albitreihe angehört, was sich sowohl durch Flammenreaction als durch genaueres Studium des optischen Verhaltens unzweifelhaft feststellen liess.

In ersterer Beziehung ist jedoch zu bemerken, dass er sich bezüglich Flammenfärbung und speciell Na-Reaction ganz ähnlich verhält wie andere bekannte Albite z. B. der von Zöptau, dagegen viel leichter schmilzt, als dieser; Szabo gibt übrigens selbst bereits an, dass manche Albite eine höhere Schmelzbarkeit besitzen.

Die genauere Bestimmung der Orientirung der Auslöschungsrichtungen und der Auslöschungsschiefe selbst, machte insofern einige Schwierigkeit, als, wie sich von vornherein erwarten liess, die Auslöschung meist ganz undulös erschien, andererseits weil, ebenfalls unter dem Einflusse der beschriebenen Druckphänomene, eine Reihe secundärer Spaltensysteme zum Vorschein kommen, welche auf *M* beispielsweise die ohnehin oft ziemlich unvollkommene Absonderung nach dem verticalen Prisma zu verdecken geeignet sind.

Dünnschliffe nach *P* (von Spaltblättchen waren auch die dünnsten, die erhalten werden konnten, zu undurchsichtig, weil durch eine Unzahl kleinster Körner getrübt), zeigten meist ein Hauptindividuum durchsetzt (ganz nach Art der Labradorite) von sehr feinen Zwillinglamellen; schon daraus möchte ich schliessen, dass kein reiner Albit vorliegt. Die ganze Masse demonstrirt meist in wunderbarer Weise die Erscheinung der Verbiegung ganzer Lamellensysteme mit und ohne Bruch und demgemäss variirt die Auslöschung innerhalb ziemlich weiter Grenzen von  $1^\circ$ — $7^\circ$  gegen *P/M*, respective die Zwillingsgrenze.

Auf *M* schwankte der Winkel ebenso zwischen  $15^\circ$  und  $25^\circ$ .

An dem einheitlichsten Präparat, an welchem die Spaltrisse nach *P* die geringsten Verbiegungen wahrnehmen liessen, wurde der Winkel zu  $+17^\circ$  bestimmt.

Entscheidend wurde diesmal aber die Beobachtung unter dem Konoskop, im convergenten Lichte, welche deutlich zwei, ungefähr symmetrisch zur Plattennormale gelegene Ringsysteme bei schwacher Neigung der optischen Axen-Ebene gegen die als scharf gemessene Kante *P/M* erkennen liess.

Das den Beryll einschliessende Quarz-Muscovit-Albit-Gemenge, welches ausserhalb des Berylles sehr grobkörnig wird, trägt durchaus den Character einer pegmatitartigen Ausscheidung an sich.

Ebenso verhält sich eine Gesteinsprobe, welche nach der Angabe des Herrn P. Fellöcker der unmittelbaren Umgebung des Berylles entnommen ist und in welcher zu den oben aufgezählten Bestandtheilen (mit Ausnahme des Berylles selbst) der für Pegmatite so charakteristische Turmalin in grünlichschwarzen (mit einem Gemenge von Flusspath und s. schwefelsaurem Kali deutliche Borreaction gebenden) Krystallindividuen hinzutritt, welche hauptsächlich im Quarze, aber auch in feinen Nadelchen mit deutlicher rhomboëdrischer Endigung und hornblendeeähnlichem Habitus im Glimmer eingewachsen erscheinen.

Von zwei weiteren Mineralproben, welche der Herr Einsender als Begleiter des Berylls auführt, erwies sich die eine, gelbgrün gefärbte, nach dem Verhalten vor dem Löthrohre und nach chemischen Reactionen als dichter Epidot mit eingestreuten winzigen Granaten und Pyritkörnern, die andere blass grünlichgraue und röthlichbraun fleckige, stellenweise mit dem Fingernagel ritzbare, stellenweise wenig härtere, als ein dichtes, pseudophitähnliches Mineral.

Der Epidot deutet wohl bereits darauf hin, dass krystallinische Schiefer der Umgebung des Beryllvorkommens nicht fehlen.

Ich will hier nur noch bemerken, dass ungefähr zur gleichen Zeit, auf welche die Nachricht des Herrn Priors hinweist, in der Nähe von Ratschinges gleichfalls ein Beryllvorkommen entdeckt worden sein soll; auch sind in den letzten Jahren wiederholt Beryllkrystalle, zum Theile von ansehnlicher Grösse, aus Tirol in den Handel gekommen, als deren Fundort Ratschinges genannt wurde, welcher Ort allerdings wohl in der Nähe des Passeyer-Thales (im Ratschinger-Thal) sich befindet, aber doch weit nördlicher gelegen ist, als der Ifinger und die Masulschlucht.

Ob man es da mit demselben Beryllvorkommen zu thun hat, welches oben etwas näher beschrieben wurde oder nicht, ist mir gegenwärtig nicht bekannt.

Max Schuster.

## Literatur.

- Brauns R.: Manganit von Oberstein a. d. Nahe. — N. Jahrb. f. Min. 1886, I.  
 Derselbe: Ein Beitrag zur Kenntnis der Structurflächen des Sylvin. M. 7 Holzschn.  
 — Ebenda.
- v. Chrustschoff K.: Note préliminaire sur la wolhynite de M. D'Ossowski.  
 M. I Taf. u. 1 Holzschn. — Bull. Soc. Min. de France; 1885, 9.
- Commenda H.: Uebersicht der Mineralien Oberösterreichs. — Wien, Pichler's  
 Witwe. 1886.
- Danker J.: Experimentelle Prüfung der aus den Fresnel'schen Gesetzen der  
 Doppelbrechung abgeleiteten Gesetze der Totalreflexion. M. II Taf. u. 3 Holz-  
 schnitten. — N. Jahrb. f. Min. Beil.-B. IV. 1885.
- Doelter C.: Synthetische Studien: I. Ueber das künstliche Kalksilicat  $CaSiO_3$ .  
 II. Ueber den Pektolith und das Silicat  $CaNa_2Si_2O_6$ . III. Ueber einige  
 Experimente behufs Nachahmung von Contactwirkungen. — Ebenda; 1886, I.
- Egleston T.: Working placer deposits in the United States. — School of Mines  
 Quarterly, VII, 1886.
- v. Foullon H. B.: Ueber die Grauwacke von Eisenerz. Der „Blasseneck-Gneiss“.  
 — Verhandlungen d. k. k. geol. B.-A. 1886, Nr. 3.
- Derselbe: Ueber die Verbreitung und die Varietäten des „Blasseneck-Gneiss“ und  
 zugehöriger Schiefer. — Ebenda, Nr. 5.
- Fuchs C. W. C.: Statistik der Erdbeben von 1865—1885. — Sitzungsber. d. k.  
 Ak. d. Wiss. I; Bd. XCII, 1885.
- Geinitz F. E.: Ueber einige Lausitzer Porphyre und Grünsteine, sowie den  
 Basalt aus dem Stolpener Schlossbrunnen. — Zeitschr. d. Ges. „Isis“,  
 Dresden 1886.
- Igelström L. J.: Polyarsenit, et nytt mineral från Sjögrufvan, Grythyttan socken,  
 Örebro län. — Kongl. Vetenskaps Ak. Förh. 1885, 7.
- Irving B. D. and T. C. Chamberlin: Observations on the junction between  
 the Eastern Sandstone and the Keweenaw series on Keweenaw Point, Lake  
 superior. M. XVII Taf. u. 26 Holzschn. — Bull. U. S. geolog. Survey,  
 Nr. 23, 1885.
- Klement C. et A. Renard: Réactions microchimiques a cristaux et leur appli-  
 cation en analyse qualitative. M. VIII Taf. — Bruxelles 1886.
- Ledroit J. M.: Ueber die sogenannten Trachydolerite des Vogelsberges. — Inaug.-  
 Diss. Giessen 1886.
- Liebisch Th.: Ueber die Bestimmung der optischen Axen durch Beobachtung  
 der Schwingungsrichtungen ebener Wellen. — N. Jahrb. f. Min. 1886, I.
- Luedecke O.: Beobachtungen an Stassfurter Vorkommnissen: Pinnoit, Pikromerit,  
 Kainit und Steinsalz. M. I Taf. — Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 58, Halle 1886.
- McCay L. W.: Massive safflorite. — Amer. Journ. of. Sc. XXIX, 1885.
- Michel Lévy et J. Bergeron: Sur le roches cristallophylliennes et archéennes  
 de l'Andalousie occidentale. — Compt. rend. 1886.

- Mügge O.: Ueber künstliche Zwillingsbildung durch Druck am Antimon, Wismuth und Diopsid. — N. Jahrb. f. Min. 1886, I.
- Derselbe: Zur Kenntnis der Flächenveränderungen durch secundäre Zwillingsbildung. II. Abhandlg. M. I Taf. — Ebenda.
- Rammelsberg C.: Ueber die Gruppe des Skapoliths. — Sitzungsber. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. 1885, XXX.
- vom Rath G.: Vorträge und Mittheilungen: Axenelemente d. Andesins, Mte. Arcuentu — Quarzkrystall m. neuen Flächen — Einschluss a. d. Schlacken des Rodderberges; etc. — Bonn 1886.
- Reyer E.: Zwei Profile durch die Sierra Nevada. M. I Taf. u. 24 Holzschn. — N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. IV.
- Derselbe: Ueber die Goldgewinnung in Californien. M. 11 Fig. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinen-Wesen, XXXIV.
- Scacchi E.: Cordierite alterata di Rocca Tederighi (Tosc.). M. 1 Fig. — Rend. B. Ac. d. Lincei, II, 1886.
- Derselbe: Granato di Tiriolo in Calabria. M. 1 Fig. — Ebenda.
- Seligmann G.: Mineralogische Notizen, III: 10. Anatas v. d. Alp Lercheltini im Binnenthal. — 11. Magnesies — 12. Wolframit. M. I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 4, 1886.
- Solly R. H.: Notes on minerals from Cornwall and Devon (Fluor spar — Garnet — Asbestos — Mispickel — Axinite; w. I plate). — The Mineralogical Magazine, vol. VI.
- Spezia G.: Sulla flessibilità dell' Itacolumite. M. I Taf. — Atti A. d. Sc. di Torino, XXI, 1885.
- v. Zepharovich V.: Krystallformen einiger Derivate der Chelidonsäure und des Oxypyridins. M. 10 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 4. 1886.

## XXV. Die basaltischen Laven und Tuffe der Provinz Haurân und vom Dîret et-Tulûl in Syrien.

Von Bruno Doss.

(Mit Tafel IX.)

Noch vor wenigen Jahrzehnten nahm man allgemein an, dass in Palästina die Juraformation eine grossartige und ausgedehnte Entwicklung besitze. Es wurde jedoch durch die Untersuchungen von Fraas<sup>1)</sup> im Winter 1864—65 festgestellt, dass hier eine Verwechslung des Jura mit der Kreide stattgefunden hatte, und dass das Turon und Senon diejenigen Sedimente sind, welche Palästina der Hauptsache nach aufbauen. Diese cretaceischen Glieder sind dem ältesten krystallinischen Gebirge, das den Hauptstock des Sinai bildet, direct aufgelagert und reichen von der Wüste Tih (nördlich vom Sinaigebirge) über Syrien bis zum Libanon.

Zu Beginn der Tertiärzeit hob sich Palästina aus dem Meere, so dass Repräsentanten sedimentärer Tertiärablagerungen, von einer nur spärlich entwickelten Uebergangsstufe vom Senon zum Eocän abgesehen, in Syrien nicht zu finden sind. Umsomehr ist aber die Tertiärzeit durch grossartige vulcanische Eruptionen ausgezeichnet, die weniger westlich vom Jordan (z. B. der kleine Hermon), als besonders östlich von diesem Strome stattfanden.

---

<sup>1)</sup> Fraas, Aus dem Orient. Stuttgart 1867.

Mineralog. und petrogr. Mittheil. VII. 1886. (Bruno Doss.)



Das vulcanische Gebiet des Ostjordanlandes ist ein sehr ausgedehntes: seine Längserstreckung beträgt von Nord nach Süd, nördlich von Damaskus beginnend, 20—25 geographische (deutsche) Meilen; noch weit beträchtlicher dürfte seine Ausdehnung, wenigstens im südlichen Theile, in der Richtung von West nach Ost sein. In diesem so grossen, nur mangelhaft erforschten Gebiete sind verschiedene Eruptionscentren zu unterscheiden. Hier haben wir hauptsächlich zwei derselben in Betracht zu ziehen: den Gebel Haurân und Dîret et-Tulûl („das Hügelland“). Andere, kleinere Eruptions-districte (G. el-Hish, Tell Faras etc.) wären hier aufzuzählen; es sei indessen nur des Gebel el-Mâni<sup>1</sup> gedacht, welcher nahe bei Damaskus gelegen ist und einen mehrgliedrigen Gebirgsstock darstellt.

Das Haurân-Gebirge bildet hinsichtlich seiner verticalen Erhebung (der Tell el-Gêne, 1845 Meter, ist der höchste Punkt) den hervorragendsten vulcanischen Bau des Gesamtgebietes. Von ihm aus haben sich weitausgedehnte Lavaströme ergossen, deren erstarrte Gesteinsmassen viele Quadratmeilen bedecken. Die bedeutendsten derselben sind: el-Legâ und Wa'r Zâkië. Den Ostfuss des Haurân-Gebirges begrenzt eine unabsehbare Steinwüste, el-Harra; an seinem Westfusse aber breiten sich die fruchtbaren Gefilde von en-Nukra aus, welche den Haurân zur „Kornkammer von Damaskus“ machen. Nach einer Mittheilung des Herrn Dr. Stübel, der im Jahre 1882 eine Reise in jene Gegenden unternahm, ist die Block- und Stein-saat der Harra entstanden durch das Zerbersten und gänzliche Zerfallen von Lavaströmen, welche eine deckenartige Ausbreitung bei sehr geringer Mächtigkeit besaßen.

Die Provinz Haurân wurde schon seit den Reisen Seetzen's (1806) und Burckhardt's (1810) als ein vulcanischer District betrachtet, wenn auch lange Zeit nachher noch der grösste Theil völlig unbekannt blieb. Im Jahre 1857 unternahm Cyril Graham eine Reise in das östlich vom Haurân-Gebirge gelegene Gebiet; 1858 umreiste der preussische Consul Wetzstein das Haurân-Gebirge, und 1860 wurde dies selbst von Wetzstein und Dörrens, zum ersten Male von Europäern, gemeinschaftlich bestiegen. Ueber diese Reisen liegen in der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde Berichte vor.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Graham, Bericht über eine im Jahre 1857 ausgeführte Entdeckungsreise in die östlich vom Dschebel Haurân liegende Wüste. N. F. Bd. 5, pag. 414—423.

Oestlich von den Wiesenseen von Damaskus ist das zweite, grosse vulcanische Gebiet Dîret et-Tulûl gelegen, welches bis zur ersten Reise Wetzstein's eine völlige terra incognita war. Es wird charakterisirt durch die grosse Zahl der Eruptionskegel, welchen ein ausgedehntes Lavaplateau zur gemeinschaftlichen Basis dient. Nach Wetzstein wird dieser vulcanische District begrenzt „im Osten und Süden von dem Hamâd, oder der grossen syrischen Steppe, im Westen von Haurân, dem Legâ und den Wiesenseen, im Norden endlich von den Ausläufern des Antilibanon an der Strasse von Palmyra“.

Die vulcanische Thätigkeit ist im Ostjordanlande längst erloschen. Wohl aber finden sich, einer Mittheilung des Herrn Dr. Stübel zufolge, Lavaströme, welche ein so frisches Aussehen besitzen, dass sie recht gut in geschichtlicher Zeit ergossen sein könnten. Auch Nütling<sup>1)</sup> hat sich in neuester Zeit über das Alter dieser Lavaeruptionen ausgesprochen. Er schreibt: „Es ergibt sich, dass die Laven des Djolân (Provinz nordöstlich vom See von Tiberias) frühestens postsenones Alter besitzen, die Eruptionen aber bis in jungtertiäre, wenn nicht gar bis in die diluviale Zeit hinein fortgedauert haben. Da aber das Vulcangebiet des Djolân in ununterbrochenem Zusammenhange mit dem des Haurân steht und weder räumlich noch zeitlich von demselben zu trennen ist, so fallen die Eruptionen des gesammten batanäischen Vulcangebietes (d. i. Haurân) in das Tertiär, ja einzelnen Lavaergüssen muss diluviales, wenn nicht gar altalluviales Alter zugeschrieben werden.“

Von diesen über hunderte von Quadratmeilen ausgedehnten vulcanischen Districten Syriens sind bis jetzt nur sehr spärliche Untersuchungen über die Natur der vorkommenden Gesteine unternommen und veröffentlicht worden. G. Rose untersuchte eine von

---

Wetzstein, Reise in die beiden Trachonen und um das Haurân-Gebirge. N. F. Bd. 7, pag. 109—203. Ferner Wetzstein, Mittheilungen über Haurân und die Trachonen. N. F. Bd. 7, pag. 265—319. (Speciell geologischer Theil, pag. 113—137.)

R. Dörgens, Consul Wetzstein's und R. Dörgens's Reise in das Ost-Jordan-Land. N. F. Bd. 9, pag. 402—420.

Eine sehr brauchbare und detaillirte Karte liegt insbesondere dem Bericht Wetzstein's bei. Den bereits gebrauchten und noch folgenden Eigennamen habe ich stets die auf dieser Karte angewandte Orthographie zu Grunde gelegt.

<sup>1)</sup> Vorläufiger Bericht über die geognostische Beschaffenheit des Ost-Jordanlandes. Sitzungsber. d. Berl. Ak. d. Wiss. 1885, pag. 807.

Consul Wetzstein in Haurân gesammelte Gesteinssuite; die Veröffentlichung der Resultate findet sich im Berichte Wetzstein's.<sup>1)</sup> Da zu jener Zeit (1860) das Mikroskop noch nicht in den Dienst der petrographischen Forschung gestellt war, so konnten sich die Untersuchungen Rose's natürlich auch nur auf die makroskopischen Verhältnisse der ihm vorliegenden Gesteine beziehen. Er betont, dass sämtliche, an sehr verschiedenen Orten geschlagenen Handstücke entweder einem körnigen, an Labrador und Olivin reichen Dolerit oder einer bräunlich-rothen bis schwärzlich-grünen, blasigen und porösen dichten Lava angehören. In neuerer Zeit hat G. vom Rath<sup>2)</sup> in sehr kurzen Worten einen Dolerit aus der Nähe von Tiberias beschrieben, welcher zu den Feldspathbasalten gehört. Ferner hat Roth<sup>3)</sup>, von drei Doleritbasalten aus der Landschaft Haleb abgesehen, einige von Gaillardot in der Legâ und von Wetzstein im G. Haurân gesammelte Basalte untersucht, aber nur die kurze Bemerkung veröffentlicht, dass es „olivinreiche Doleritbasalte seien, deren Verbreitung in diesem Theile von Kleinasien bedeutend erscheine“.

Wenn es somit wünschenswerth schien, eine eingehendere Untersuchung der Basalte dieses bedeutenden Vulcangebietes von Syrien vorzunehmen, so wurde ich hierzu durch die gütige Vermittlung des Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. Zirkel und die Liberalität des Herrn Dr. Stübel in den Stand gesetzt, welcher letzterer Forscher mir eine von ihm auf seiner Reise geschlagene Suite von Basaltlaven und Tuffen bereitwilligst zur Verfügung stellte.

Die Basaltlaven gehören ohne Ausnahme<sup>4)</sup> den Feldspath-

<sup>1)</sup> Zeitschr. für allgem. Erdkunde. N. F. Bd. 7, pag. 265.

<sup>2)</sup> Correspondenzblatt des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalens. 1881, Bd. 38, pag. 89.

<sup>3)</sup> Monatsberichte der k. Akad. der Wissensch. zu Berlin. 1881, pag. 42.

<sup>4)</sup> In neuester Zeit hat J. Roth eine kurze Notiz über das Vorkommen von Phonolith vom Gipfel des G. Kléb veröffentlicht (Allgem. u. chem. Geologie, II, 263). Die mir vorliegenden, allerdings vom Abhange des G. Kléb stammenden Handstücke sind typische, an prächtig gestreiften Plagioklasen reiche Feldspathbasalte. Auch fand sich in der ganzen zur Untersuchung gelangten Serie von Gesteinen vom Haurân-Gebiet und dem Diret et-Tulûl nicht ein einziges, welches sowohl makroskopisch als mikroskopisch eine entfernte Aehnlichkeit hätte mit dem Phonolith des G. Kléb, welchen ich durch die freundliche Vermittlung des Herrn Dr. Stübel durch Autopsie kennen zu lernen die Gelegenheit hatte. Nach Mittheilungen genannten Forschers setzt sich der ganze obere Theil des G. Kléb aus Schlackenconglomeraten von vorherrschend rother und brauner Farbe zusammen, die durch

basalten an und liefern somit einen neuen Beleg für die vielfach zu beobachtende Thatsache, dass die mineralogische Zusammensetzung der Basalte grosser Territorien constant bleibt, dass umgekehrt die verschiedenen Basaltvarietäten örtlich mehr oder weniger von einander getrennt sind. Nicht nur, dass ausser den Basaltlaven Haurâns und vom Dîret et-Tulûl die bereits oben erwähnten vereinzelt Vorkommnisse in Syrien den Plagioklasbasalten angehören, abgesehen auch davon, dass nach dem Bericht von Dörgens in den syrischen Provinzen Gêdûr und Gôlân (nordwestlich von Haurân) Feldspathbasalte zur Eruption gelangten, so können wir ohne Rückhalt auch die von Zirkel<sup>1)</sup> aus der Oase Beharieh in der libyschen Wüste und von Arzruni<sup>2)</sup> von Abu-Zâbel am Ismailia-Canal beschriebenen Plagioklasbasalte zu diesem grossen Eruptionsbezirk rechnen. Da ferner nach den Untersuchungen Zirkel's<sup>3)</sup>, Niedzwiedzki's<sup>4)</sup>, und Roth's<sup>5)</sup> die Basaltlaven von Aden den Feldspathbasalten angehören, so ist die Wahrscheinlichkeit sehr gross, dass auch die zwischen Haurân und Bâb-el mandeb gelegenen und in dem grossen geographischen Lexikon des Arabers Jâkût (um 625 arabischer Aera) aufgezählten 28 getrennten vulcanischen Districte (Harra's)<sup>6)</sup> sich bei einer einstigen Untersuchung als Plagioklasbasalte erweisen werden. Es wäre dies dann ein Basaltzug von über 350 geographischen Meilen Länge, von einer Ausdehnung also, welche sich derjenigen des grossen nordwesteuropäischen Basaltzuges würdig an die Seite stellen kann.

grosse Höhlen aufgeschlossen sind. Die Oberfläche dieses Eruptionskegels zeigt sich mit Lapilli, Sand und losen Blöcken, unter denen sich auch solche dichter Laven befinden, bedeckt. Anstehendes dichtes Gestein tritt nicht auf, und es kann sich daher nicht um einen Ausbruch phonolithischen Gesteins inmitten basaltischer Laven handeln. Es muss demnach einstweilen der „Phonolith vom Gipfel des G. Klêb“ als ein isolirtes, noch nicht erklärtes Vorkommnis innerhalb eines grossen, ausschliesslich aus basaltischen Gesteinen sich zusammensetzenden Territoriums angesehen werden.

<sup>1)</sup> Zirkel in Zittel's „Geologischer Bau der libyschen Wüste“, pag. 33.

<sup>2)</sup> Untersuchung der vulc. Gesteine aus der Gegend von Abu-Zâbel am Ismailia-Canal. Sitzungsber. der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1882, pag. 178.

<sup>3)</sup> Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870, pag. 128.

<sup>4)</sup> Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. 1871, pag. 559.

<sup>5)</sup> Petrographische Beiträge. Monatsber. d. Berl. Akad. 1881, pag. 5.

<sup>6)</sup> Vergleiche Wetzstein's Bericht, Zeitschr. f. allg. Erdk. N. F. Bd. 7, pag. 267.

Für die mikroskopische Untersuchung ist es allerdings weniger erfreulich, immer derselben Mineralcombination zu begegnen. Schon bei einer cursorischen Durchsicht der syrischen Basaltlaven erkennt man bald die Thatsache, dass eine ziemliche Einförmigkeit und Uebereinstimmung mit europäischen Basalten herrscht. Für das makroskopisch prüfende Auge wird nur hie und da das monotone Schwarz oder Grau dieser Gesteine durch eine interessantere, grobkörnige oder porphyrische Structur unterbrochen. Angesichts der grossen Zahl bereits ausgeführter Basaltuntersuchungen konnte man von vornherein keine besonders belangreichen Erweiterungen unserer Kenntnis dieser Gesteinsfamilie erwarten. Man darf jedoch nicht vergessen, dass auch eine eventuelle Constatirung der völligen Identität der syrischen mit den bereits bekannten Basalten nicht ohne wissenschaftlichen Werth ist.

Ich werde in Folgendem zuerst eine Darstellung der Structurverhältnisse der Basaltlaven geben und dieser die Ergebnisse mikroskopischer und chemischer Untersuchungen an den Laven und Tuffen folgen lassen.

### Structur der Basaltlaven.

Unter den syrischen Basaltlaven tritt recht häufig eine porphyrische Structur auf, bedingt durch massenhaftes oder sporadisches Hervortreten grosser Olivin-, Plagioklas- oder Augitkrystalle aus einer feinkörnigen bis dichten Grundmasse. Meist gewahrt man unter diesen porphyrischen Krystallen den Olivin nur allein; seltener erscheint der Plagioklas allein oder mit Olivin zusammen porphyrisch, und nur vereinzelt begegnet man Basalten mit grossen porphyrischen Augitkrystallen, eine Structur, die auch anderwärts nicht häufig beobachtet wird. In ausgezeichneter Weise besitzen dieselbe die Dolerite vom „Weissen Schloss“ in der Ruhbe, einer in der Steinwüste Harra gelegenen Oase, und zwar eine Varietät derselben, welche im Vergleich zu dem dort herrschenden Gesteine nur selten vorkommt. Es ist ein grauer Dolerit mit zahlreichen bis über erbsengrossen, schwarzen Augitkrystallen. Er offenbart eine grosse Aehnlichkeit mit gewissen isländischen Doleriten. Dichte Basalte mit porphyrischen Augiten kommen an dem bei Salchat (Südabhang des G. Haurân) gelegenen Tell Sfêch vor. Dies ist zugleich der einzige Fundort, woselbst ausser den Augiten noch grosse porphyrische

Hornblendekrystalle in dem Gesteine auftreten. Eine hübsche Unterbrechung in dem sonst monotonen Aeusseren der Basalte bilden auch die am 'Abd Mâr bei Salchat anstehenden Laven, in welchen grosse, untereinander aggregirte Plagioklaskrystalle mit dazwischen liegenden weingelben Olivinkrystallen dem grauen Gesteine eine prächtige porphyrische Structur verleihen.

Was die Grundmasse sowohl dieser durch grosse porphyrische Einsprenglinge ausgezeichneten als auch der dichten Basaltlaven anbetrifft, so besitzt dieselbe eine sehr verschiedenartige Ausbildungsweise. Oft ist sie gleichmässig körnig, insbesondere mikroskopisch feinkörnig, oder es theilt sich an ihrer Zusammensetzung eine gelbe, grünlichgelbe oder braune, in der Zersetzung roth erscheinende Basis, die entweder völlig homogen oder durch zahlreiche kleine Körnchen und Trichite entlast ist. Viele Anamesite und Dolerite besitzen die sogenannte Zwischenklemmungsstructur, bei welcher die zwischengedrückte Masse durch die Ausscheidung vielfacher trichitischer, lamellarer, keulenförmiger, unbestimbarer Gebilde devitrificirt wurde. Es ist recht charakteristisch, dass das Auftreten einer mehr oder weniger reichlichen homogenen oder entlasten Basis mit einer besonderen langsäulenförmigen, spiessigen Ausbildung der Augite, die bündelförmig diese Basis durchspicken, verbunden ist.

Zu der häufigen makroskopisch porphyrischen Structur ist ein mikroskopisches Pendant gegeben in der mikroporphyrartigen Structur einiger Laven. Es sind in den meisten Fällen Olivinkryställchen, welche porphyrtig aus der sehr feinkörnigen Grundmasse hervortreten. Es kommt nun aber auch vor, dass sich beide porphyrische Structurvarietäten an ein und demselben Basalte vereinigt finden. Dies ist z. B. der Fall bei Laven, welche halbwegs zwischen dem ed-Dekwa und dem et-Turs, zwei Eruptionskegeln des Plateaus Difret et-Tulâl, sowie an dem westlichen Ende des vom et-Turs entspringenden Lavastromes anstehen. Hier liegen erbsengrosse Olivinkrystalle in einer dichten Grundmasse, aus der sich u. d. M. Plagioklasindividuen mikroporphyrartig abheben.

Eine Fluidalstructur ist an verschiedenen dichten Basalten u. d. M. ganz ausgezeichnet zu beobachten. Bei einigen Doleriten bemerkt man sie schon bei makroskopischer Betrachtung der Dünnschliffe, und in einem Falle, bei dem an den Ruinen von 'Jjûn (nördlich

von Salchat) in Blöcken auftretenden Basalte ist die Fluidalstructur eine so ausgezeichnete und in die Augen fallende, dass man am Handstück auf der einen Fläche nur die breiten, tafelförmigen und auf der dazu senkrechten Fläche nur die leistenförmigen Durchschnitte der Plagioklase erblickt.

Was die Textur anbelangt, so kommt sowohl eine compacte, als auch eine durch vielfache Hohlräume bewirkte poröse vor. Dieser Unterschied mag es rechtfertigen, wenn im Folgenden öfters von Basalten die Rede sein wird. Es ist dann immer eine im Handstück compact erscheinende Basaltlava zu verstehen; denn eigentliche kuppenförmige Basaltberge existiren weder im Haurân noch im Dîret et-Tulûl; die mehr oder weniger kegelähnlichen Bergformen besitzen hier alle einen noch erkennbaren Krater.

Nicht allzu selten treten auch Basalte mit eckig- oder rundkörnigem Gefüge auf, so z. B. bei dem Tell 'Ammâr südöstlich von Dâmet el 'aljâ, sowie am Tell Sfêch und am höchsten Kamm des Haurângebirges. Bei vorgeschrittener Zersetzung werden die schmalen Fugen zwischen den einzelnen Körnern von dünnen weisslichen Kalkspathkrusten ausgefüllt.

#### Plagioklas.

Der Plagioklas zeigt im Vergleich zu dem Feldspath anderer Basalte keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Er ist in allen Fällen frisch und unzersetzt; nur in unmittelbarer Nähe der Verwitterungsrinde haben sich in den Spalten Eisenoxyd und -hydroxyd abgesetzt. Am häufigsten beobachtet man die bekannten, scharf conturirten, leistenförmigen Durchschnitte. Seltener tritt der Fall ein, dass die rectangulären Durchschnitte keine ganz selbstständige Begrenzung besitzen, sondern dass ihre Conturen von den umgebenden feinkörnigen Gemengtheilen der Grundmasse, insbesondere von den Augit- und Magnetitkryställchen, vorgeschrieben werden, eine Ausbildungsweise der Plagioklase, welche charakteristisch in den Basalten des Jungfernberges im Siebengebirge und von Funchal auf Madeira auftritt. In typischer Weise beobachtet man sie in syrischen Basalten, z. B. im Gipfelgestein des Abû Tumês, eines im Norden des Haurângebirges gelegenen Eruptionskegels, ferner in dem bei Chîrbet Hôjet Sâlâ am Südostabhange des Haurân anstehenden Basalte, sowie im Gestein des 'Abd Mâr bei Salchat.

Die porphyrischen Plagioklase sind öfters zu Aggregaten vereinigt. Es kommt aber auch vor, dass sehr zahlreiche kleine Plagioklaskryställchen unter fast völligem Ausschluss der übrigen Basaltgemengtheile zu grossen Aggregaten zusammentreten, die man mit demselben Rechte „Plagioklasaugen“ nennen könnte, wie Mühl den Namen „Augitaugen“ für gewisse Augitaggregate einführte und wie sie Hussak<sup>1)</sup> bereits im Basalt von Ban beobachtete.

Der Plagioklas nimmt an der Zusammensetzung der Basalte und Laven einen recht erheblichen Antheil; in manchen Anamesiten und Doleriten herrscht er derart vor, dass er alle anderen Gemengtheile zusammen genommen bei weitem übertrifft.

Doppelte Zwillingsstreifung, Auskeilen der Zwillingslamellen innerhalb des Krystalles, Durchkreuzungszwillinge, zerknickte Plagioklase, alle diese Erscheinungen lassen sich hier ebenso oft beobachten als in anderen Basalten. Der zonare Aufbau tritt besonders bei den porphyrischen Krystallen auf und zeigt sich am prächtigsten an Schnitten, die ganz oder annähernd parallel *M* gehen.

In einigen Fällen konnte ich die seltenere Erscheinung beobachten, dass der Verlauf der Schichtenstructur innerhalb eines Krystalles selbst nicht constant bleibt, sondern am Rande anderen Flächen parallel geht als im Inneren; es weist dies darauf hin, dass während des Wachstums des betreffenden Individuums ein Wechsel in der krystallographischen Begrenzung eingetreten ist.

Gar nicht selten kann man beobachten, dass innerhalb eines grösseren Plagioklaskrystalles ein kleinerer mit abweichend optischer Orientirung steckt; es liegt hier natürlich eine gesetzlose Umschliessung des einen vom anderen Krystall vor. Interessanter sind jedoch diejenigen Fälle, in welchen die umschlossene Plagioklasubstanz eine ringförmige oder ganz unregelmässig begrenzte Gestalt besitzt. Im zerstreuten Licht bemerkt man diese Thatsache nicht; man glaubt einen tadellosen Krystall vor sich zu haben; denn die Grenzen zwischen den eingeschlossenen Plagioklaspartien und ihrem Wirthe sind nicht sichtbar. Es geschieht dies erst, wenn sich aus dem bei gekrenzten Nicols auf Dunkel eingestellten umschliessenden Plagioklas die kleinen Partien in Folge ihrer hellen Polarisationsfarbe scharf abheben.

<sup>1)</sup> Basalt und Tuff von Ban im Baranyer Comitât. Diese Mitth., 1883. N. F. V, pag. 289.



Was die Reinheit des Feldspathes betrifft, so ist diese natürlich sehr verschieden, je nach der Art und Weise des Auftretens. Wenn in dem Dimensionsverhältnis zwischen porphyrischem Plagioklas und den Gemengtheilen der Grundmasse ein grosser Unterschied herrscht, also eine langsame Auskrystallisirung des Plagioklases und dann eine verhältnismässig schnelle Erstarrung des restirenden Magmas auf einander folgten, so ist der Feldspath immer sehr rein.

Im Gegentheil ist er aber sehr verunreinigt, wenn er, wie dies bei den Anamesiten und Doleriten meist der Fall, eines der letzten Ausscheidungsminerale ist und infolge dessen alle übrigen Basaltgemengtheile einzuschliessen vermochte. Runde oder schlauchförmig gewundene Glaseinschlüsse, zuweilen farnwedel- oder sternförmig entglast und in kleineren Krystallen symmetrisch gelegen, Magneteisen, Apatit, Augit und verschiedenartige unbestimmbare Mikrolithen sind sehr gewöhnliche Einschlüsse.

Zwischen den Plagioklaslamellen sind häufig chocolate- bis hellbraune Blättchen eingezwängt; dieselben gleichen dem in der Grundmasse auftretenden durchsichtigen Titaneisen (siehe dieses) so vollkommen, dass man an der Identität beider keinen Zweifel hegen kann. In vielen gröberkörnigen Basaltvarietäten treten Olivinkörnchen sehr zahlreich, bisweilen zu Schaaren vereinigt, als Einschlüsse im Plagioklas auf. Sie besitzen meist eine recht winzige Grösse und sind dann von den eingeschlossenen Augitkörnchen nur schwierig zu unterscheiden, wenn nicht ein Umstand, nämlich die Zersetzung der Olivinkörner in rothes Eisenoxyd, der Diagnose zur Hilfe kommt. In einem Basalt von dem am Ostabhange des Haurân gelegenen Tell Scha'f wurden im Plagioklas einmal zahlreiche, lauchgrüne Körner und regulär begrenzte Kryställchen beobachtet, welche bei Einstellung des Feldspathes auf Dunkel isotrop erscheinen und daher nur einem Spinell (Picotit) zugerechnet werden können. Nach Hussak<sup>1)</sup> tritt Picotit (zuerst für Perowskit gehalten) auch im Feldspath des Basaltes von Ban auf.

Der schon oben wegen seiner ausgezeichneten makroskopischen Fluidalstructur erwähnte Basalt von Jjûn ist auch deswegen interessant, weil man schon bei der Betrachtung der Präparate mit blossen Auge sehr wohl erkennt, dass die porphyrischen Plagioklaskrystalle keine

<sup>1)</sup> Ueber einen verglasten Sandstein von Ottendorf. Diese Mitth., 1883. N. F. V, pag. 531.

einheitlichen Individuen sind, sondern Krystallstücke, entstanden durch parallele Aneinanderlagerung mehrerer dünner Plagioklaslamellen, welche meist zwischen einander eine dünne Schicht von Grundmasse eingeklemmt enthalten.

Von vielem Interesse ist es, zu wissen, welchem Gliede in der Mischungsreihe der Feldspathe der Plagioklas der Basalte angehöre. Von jeher war man darauf bedacht, diesen weiten Mineralbegriff in engere Schranken zu bringen. Wenn nicht gerade ganz besonders grosse und reine porphyrische Ausscheidungen von Plagioklas vorlagen, welche nach dem Auslesen direct zur Analyse verwendet werden konnten, so war man lange Zeit auf das Verhalten des Plagioklases gegen heisse Salzsäure, auf die Flammenreaction<sup>1)</sup> und die specifische Gewichtsbestimmung angewiesen.

Die Schlüsse, welche man aus den ersteren beiden Methoden ziehen konnte, mussten sich natürlich innerhalb gewisser Grenzen bewegen; die zweite und dritte Methode ward aber unausführbar, wenn der Plagioklas bis zu solchen Dimensionen herabsank, dass die Gewinnung von Splintern unmöglich war. Hierauf folgten die wichtigen Untersuchungen Schuster's<sup>2)</sup> über die gegenseitigen Beziehungen zwischen der chemischen Constitution und den optischen Constanten der Plagioklasse. Die aufgestellte Tabelle ist aber auch nur so lange von praktischem Werthe, als es gelingt, Spaltblättchen zu gewinnen; denn in den Dünnschliffen ist es schwierig, in den meisten Fällen unmöglich, festzustellen, ob ein Plagioklasdurchschnitt, bei welchem zwei nebeneinander liegende Zwillinglamellen eine gleiche Auslöschungsschiefe besitzen, parallel *M* oder *P* geht, da sowohl das Albit- als auch das Periklingesetz an den eingewachsenen Plagioklasen auftreten kann.<sup>3)</sup> Uebrigens geht aus den Untersuchungen Becke's<sup>4)</sup> hervor, dass diese von M. Levy<sup>5)</sup> aufgestellte Methode

<sup>1)</sup> Szabo, Ueber eine Methode, die Feldspathe auch in Gesteinen zu bestimmen. Budapest 1876. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. zu Wien 1873, pag. 185—192.

<sup>2)</sup> Optische Orientirung der Plagioklasse. — Sitzgsber. der Wiener Akad. 1879. I, Bd. 80, pag. 192.

<sup>3)</sup> Rosenbusch, Mikroskop. Physiographie der petr. wicht. Min. 2. Aufl., pag. 527 u. 528.

<sup>4)</sup> Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. Diese Mitth., 1882. N. F. IV. pag. 254.

<sup>5)</sup> De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des plaques minces de roches éruptives. Paris 1877. Ann. des Mines XII, 451 ff.

keine befriedigenden Resultate gibt. „Sie mag immerhin orientiren, ob ein Feldspath näher dem Oligoklas oder näher dem Anorthit steht; eine genauere Bestimmung ist mit ihrer Hilfe nicht möglich.“ So begegnet man denn auch in der Literatur vielfach der Angabe, dass die Auslöschungsrichtung der triklinen Feldspathe in den Basalten innerhalb eines und desselben Handstückes zwischen weiten Grenzen schwanke. Es liess sich bei diesen Beobachtungen die Frage aufwerfen, ob hier in der That Plagioklase von verschiedener chemischer Zusammensetzung auftreten, oder ob die gefundenen differirenden Werthe der Exstinction dadurch zu erklären seien, dass die angenommene Orientirung der mikroskopischen Plagioklasdurchschnitte, an denen die Messungen angestellt wurden, theilweise eine irrthümliche war, oder ob endlich in der mangelhaften Methode selbst der Grund der Verschiedenheit zu suchen sei.

Diese Erwägungen bewogen mich, eine Isolirung des Plagioklases zu versuchen und durch die Analyse einen Beitrag zur genaueren Fixirung seiner Stellung zu liefern. Schirlitz<sup>1)</sup> trennte mittelst der Thoulet'schen Lösung den Plagioklas aus einem Dolerit von Hafnarfjördr bei Reykjavik und erkannte ihn als einen Labradorit mit dem Mischungsverhältnis  $Ab:An = 1:2$ . Mügge<sup>2)</sup> trennte auf dieselbe Weise den Feldspath aus einem Basalt von Fayal (Azoren), liess es aber bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes des Plagioklases bewenden.

Zur Untersuchung wählte ich zwei in ihrer Structur möglichst heterogene Typen der Feldspathbasalte. Bei der Auswahl musste aber auch der Factor möglichster Reinheit und Homogenität berücksichtigt werden, und ferner durften die Plagioklaskrystalle nicht eine derart minimale Grösse besitzen, dass dem Isolationsverfahren mit der Thoulet'schen Lösung unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gestellt wurden. Diesen Ansprüchen genügten folgende zwei Basaltvorkommnisse.

I. Der feinporöse, schwarzgraue Anamesit von Schuhba, welcher porphyrische Ausscheidungen von Plagioklas und Olivin erkennen lässt. Die tafelförmigen Plagioklaskrystalle bilden von den kleinsten, mit unbewaffnetem Auge als winzige Leistchen erkennbaren Individuen

<sup>1)</sup> Isländische Gesteine. Diese Mitth. 1882. N. F. IV, pag. 433.

<sup>2)</sup> Petrographische Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren. N. Jahrb. f. Min. etc. 1883, II, pag. 241.

einen allmählichen Uebergang bis zu den spärlichen porphyrischen Krystallen, deren Grösse bis zu 3 Millimeter in ihrer Längen- und Breitenausdehnung, bis zu 1 Millimeter in der Dicke reicht. Andererseits ist auch kein plötzlicher Sprung bemerkbar zwischen den mikroskopisch kleinen und den makroskopisch eben erkennbaren Individuen. Die mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe ergibt, dass der Plagioklas nur selten die gewöhnlichen Einschlüsse von Glas, Erzpartikeln, Apatitnadeln, Mikrolithen besitzt; dagegen umschliesst er recht häufig grössere Körner von Augit, Olivin, Magnet- und Titaneisen. Die Durchschnitte sind nicht scharf geradlinig; die Begrenzung wird vielmehr von den übrigen Gemengtheilen bedingt. Eine zonare Structur ist nur selten zu bemerken.

II. Hiervon völlig verschieden ist das Auftreten des Plagioklases in dem zweiten zur Untersuchung herangezogenen Typus, einem dichten schwarzen Basalt, welcher bei Chirbet Hôjet Sâlâ im Haurângebirge ansteht. Hier liegen porphyrische Plagioklasaggregate, durchschnittlich in der Grösse von 2 Millimeter in einer sehr feinkörnigen Grundmasse. Dieselben besitzen eine fast ideale Reinheit, wenn man von wenigen Grundmasseeinschlüssen absieht, welche zwischen die zu Aggregaten zusammentretenden Plagioklasindividuen geklemmt wurden. Die Krystalle sind scharf conturirt. Eine prächtige zonare Structur ist öfters zu beobachten. Die Plagioklasleisten der Grundmasse sind so klein, dass sie sich nach dem Pulverisiren in dem abgeschwemmten Staube befinden müssen.

Die Isolirung des Feldspathes aus dem 1. Gestein war wegen der innigen Verwachsung mit den übrigen Gemengtheilen eine bei weitem schwierigere, als die aus dem 2. Basalte. Nach mehrfacher Wiederholung des Isolirungsverfahrens gelang es, ein Material zu gewinnen, das sich bei der mikroskopischen Untersuchung als ziemlich rein erwies. Nur wenige Körner waren noch wahrzunehmen, denen eine sehr geringe Quantität von übrigen Gemengtheilen anhing, oder die eine oberflächliche Haut von Eisenoyd, resp. -hydroxyd besaßen und jedenfalls aus der Nähe der Verwitterungsrinde stammten. Eine minutenlange Einwirkung von kalter verdünnter Salzsäure löste diese rothen infiltrirten Substanzen völlig. Von einer zersetzenden Wirkung der Säure auf den Feldspath kann bei dieser kurzen Dauer der Behandlung keine Rede sein; übrigens würde auch eine längere Einwirkung der Salzsäure auf den Plagioklas kaum von einer das

Analysenresultat wesentlich verändernden Wirkung sein, da nach den Untersuchungen von Petersen <sup>1)</sup>, Sandberger <sup>2)</sup> und Jannasch <sup>3)</sup> die gesammte Labradoritsubstanz durch heisse Salzsäure z. Th. in Lösung gebracht wird und nicht etwa nur das Calciumaluminiumsilicat.

Es war nun aber nicht möglich, die durch kleine Mengen von anhängenden fremden Mineralien verunreinigten Plagioklaskörner von den völlig reinen mittelst der Thoulet'schen Lösung zu trennen, wegen der sogleich zu besprechenden Eigenschaft des spec. Gewichtes des isolirten Pulvers. Es blieb daher nichts übrig, als zu der Auslese mittelst einer scharfen Lupe zu greifen, um ein völlig reines Material zu gewinnen. Da der Farbenunterschied zwischen der weissen Feldspathsubstanz und den dunkleren, fremden Körpern ein sehr auffälliger ist, so ist es möglich, unter dem auf einer kleinen Glasplatte ausgebreiteten Pulver auch diejenigen Körner herauszusuchen, welche nur durch eine sehr minimale Quantität fremder Substanz verunreinigt sind. Bei der Isolirung des Plagioklases aus dem 2. Basalt machte sich dieses Auslesen nur in geringem Masse nöthig, da bereits durch das Verfahren mit der schweren Lösung ein fast vollkommen reines Material erhalten wurde.

Da schon während der Isolirung wahrzunehmen war, dass die Feldspathkörner nicht zu gleicher Zeit ausfielen, so wurden bei der Bestimmung des spec. Gewichtes, die mittelst einer Westphal'schen Waage <sup>4)</sup> in einem cylinderförmigen Standglas ausgeführt wurde, nicht nur einige Körner, sondern eine grössere Menge der gewonnenen Plagioklasssubstanz angewendet. Es zeigte sich, dass, während ein Theil der Körner suspendirt blieb, ein anderer auf der Flüssigkeit noch schwamm und ein Theil zu Boden sank. Der schwerere Theil wurde vom leichteren gesondert und beide u. d. M. untersucht. Es waren zwischen beiden nicht die geringsten Unterschiede bemerkbar, wie dies von vornherein bei der völligen Reinheit des Pulvers nicht anders zu erwarten war. Brachte man die Thoulet'sche Lösung auf diejenige Concentration, dass eben der schwerste Theil der Körner zu schwimmen begann, so konnte man bei vorsichtiger, ganz allmählicher Verdünnung

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Miner. 1872, pag. 784.

<sup>2)</sup> Sitzungsber. d. k. bayerischen Akad. 1873, pag. 145.

<sup>3)</sup> Ueber die Löslichkeit des Labradors von der St. Paulsinsel in Salzsäure. N. Jahrb. für Mineralogie etc. 1884, II, pag. 42.

<sup>4)</sup> Siehe N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1883, II, pag. 87.

beobachten, dass das spec. Gewicht der Körner eine ununterbrochene Reihe bildet und nicht durch grössere Sprünge unterbrochen wird. Es war daher von Wichtigkeit, die Grenzwerte des spec. Gewichts bei den beiden gewonnenen Plagioklasmengen zu bestimmen. Es ergaben sich folgende Werthe:

Das spec. Gewicht des aus dem Basalt von Schuhba isolirten Plagioklases schwankt zwischen 2·704 und 2·722, was nach den von Tschermak<sup>1)</sup> gegebenen Tabellen einem  $SiO_2$ -Gehalt von 53·5 Procent bis 50·2 Procent entspricht.

Das spec. Gewicht des aus dem Basalt Chirbet Hôjet Sâlâ isolirten Plagioklases bewegt sich zwischen den Grenzen von 2·711 und 2·730; es entspricht dies einem  $SiO_2$ -Gehalt von 52·3 Procent bis 48·8 Procent. Eine Bestimmung des mittleren spec. Gewichts mittelst des Pyknometers ergab den Werth 2·723 als Mittel zweier Versuche; es entspricht dies einem  $SiO_2$ -Gehalt von 50·0 Procent.

Diese gefundenen Zahlen können nicht beanspruchen, die wirklichen Grenzwerte des spec. Gewichts des in den betreffenden zwei Basalten auftretenden Plagioklases zu sein. Denn die noch schwereren Feldspathkörner fallen bereits mit einem Pulver aus, welches zu sehr verunreinigt ist, als dass es hätte zur Analyse herbeigezogen werden können. Und umgekehrt blieb ein Gemenge von reinen und theilweise zersetzten Plagioklaskörnern noch suspendirt, als das zur Analyse verwendbare Material bereits ausgefallen war. So ergab z. B. eine diesbezügliche Feststellung des spec. Gewichts dieser leichteren Plagioklaskörner aus dem Basalt von Schuhba den Werth 2·695, was einem  $SiO_2$ -Gehalt von 55·2 Procent gleichkommt.

Aus der so festgestellten Verschiedenheit des spec. Gewichts des Feldspathes folgt eine verschiedene chemische Zusammensetzung desselben. Diese kann aber in verschiedenen Ursachen ihren Grund haben. Entweder ist sie bedingt durch eine differente chemische Zusammensetzung und Betheiligung innerhalb jedes einzelnen Plagioklasindividuums oder durch einen Unterschied zwischen den verschiedenen Feldspathkrystallen selbst, wobei wieder zwei Fälle denkbar sind: Eine Differenz in der chemischen Constitution zwischen den grösseren und kleineren Krystallen oder auch zwischen den gleich grossen selbst. Die erstere Ursache ist auf jeden Fall

<sup>1)</sup> Sitzungsber. der Wiener Akad. 1864, I, Bd. 50, pag. 566. Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie. 12. Aufl., pag. 682.

hier mitwirkend, da ein zonarer Aufbau des Plagioklases in den betreffenden Präparaten beobachtet werden kann; er ist aber kaum hinreichend, die sehr bemerkenswerthen Differenzen in dem spec. Gewichte zu erklären, zumal die zonare Structur im Plagioklas des Basaltes von Schuhba nur sehr spärlich zu bemerken ist. So ist es denn höchst wahrscheinlich, dass auch eine Differenz in der chemischen Zusammensetzung zwischen den einzelnen Plagioklasindividuen herrscht. Ob hier aber der Unterschied darin beruhe, dass die kleineren Plagioklase saurer sind, als die früher ausgeschiedenen, grossen porphyrischen Krystalle, wie dies Fouqué<sup>1)</sup> an Santorinlaven nachwies, dürfte schwer zu entscheiden sein.

Die Thatsache des verschiedenen spec. Gewichts und der daraus folgenden verschiedenen chemischen Zusammensetzung des Feldspathes in den zwei zur Untersuchung herangezogenen Basalten lässt natürlich den verallgemeinernden Schluss nicht zu, dass dies bei allen Basalten der Fall sei. Es müssten zu diesem Behufe eine viel grössere Anzahl ähnlicher Beobachtungen an Basaltvorkommnissen der verschiedensten Fundorte vorliegen. Ich musste die Weiterführung einschlägiger Versuche wegen Mangels an Zeit vor der Hand einstellen; denn zeitraubend und zugleich monoton sind die Vorarbeiten zur Gewinnung von reinem Material in hohem Masse. Für die Untersuchungen über die Schwankungen des spec. Gewichts ist aber vollkommen reines Material eine unbedingte Nothwendigkeit.

Meine Beobachtungen über die Differenzen im spec. Gewicht des Feldspathes, wie er als Gemengtheil der Gesteine auftritt, stehen in der Literatur nicht vereinzelt da. Wie bereits oben erwähnt, untersuchte Mügge den Plagioklas, welchen er aus dem durch zahlreiche porphyrische Feldspatheinsprenglinge ausgezeichneten Basalt von Fayal isolirt hatte. „Die Trennung der Feldspathe mittelst Thoulet'scher Lösung ergab für einen kleinen Theil ein spec. Gewicht  $> 2.720$ , für die Hauptmasse  $2.672$ — $2.690$  (Bytownit), ein kleiner Rest fiel zwischen  $2.650$  und  $2.672$ .“<sup>2)</sup> Unbeschadet der Angabe, dass die Feldspaths substanz „trotz ihres trüben Aussehens im Ganzen noch recht frisch sei“, scheint hier kein völlig reines und homogenes Untersuchungsmaterial vorgelegen zu haben, denn

<sup>1)</sup> Santorin et ses éruptions. Paris 1879. Ref. in diesen Mittheil. 1880. N. F. II, pag. 362.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 241.

dies dürfte eben kein „trübes Aussehen“ besitzen, welches auf eine begonnene Zersetzung hinweist. Uebrigens stimmt die an Spaltblättchen beobachtete Auslöschungsschiefe — „sie schwankt auf  $OP$  zwischen  $15^\circ$  und  $39^\circ$ , auf  $\infty P\infty$  zwischen  $-21^\circ$  und  $-40^\circ$  — der Schuster'schen Tabelle zufolge nicht mit der aus dem spec. Gewicht abzuleitenden chemischen Zusammensetzung überein.

Ferner spricht G. Link<sup>1)</sup> bei der Discussion seiner Analyse des Feldspathes aus der Minette von Weiler die Vermuthung aus, dass nicht „zwei oder drei Feldspathe von constanter Zusammensetzung vorhanden sind, sondern dass entsprechend der während der Erstarrung continuirlich stattfindenden Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Magmas sich auch eine continuirliche Reihe von feldspathigen Mischungen aus demselben ausgeschieden hat“. Für den Feldspath aus dem Kersantitporphyr von Weiler fand derselbe Verfasser ein Schwanken des spec. Gewichts zwischen „ca. 2·55 und 2·72“; es nahm derart continuirlich ab, dass es ihm nicht gelang, „eine grössere Partie von einem bestimmten Gewichte“ zu gewinnen. Die Beschreibung des Plagioklases lässt aber erkennen, dass auch hier jedenfalls kein reines Material den Bestimmungen zu Grunde gelegen hat, wodurch vielleicht die ausserordentlich weiten Grenzen, zwischen denen das spec. Gewicht schwankt, welches z. Th. noch geringer als dasjenige des Albites ist, erklärbar werden.

In Folgendem ist unter I die Analyse des aus dem Basalt von Schuhba, unter II das Mittel zweier Analysen des aus dem Basalt von Chîrbet Hôjet Sâlâ isolirten Plagioklases gegeben.

	I	II
$SiO_2$ . . . .	51·26	50·23
$Al_2O_3$ . . . .	31·49	31·88
$Fe_2O_3$ . . . .	0·33	0·20
$MnO$ . . . .	Spur	Spur
$CaO$ . . . .	13·13	14·60
$MgO$ . . . .	0·45	0·26
$K_2O$ } . . .	3·60	3·44
$Na_2O$ }		
	100·26	100·61

<sup>1)</sup> Geognostisch-petrographische Beschreibung des Grauwackengebietes von Weiler bei Weissenburg. Strassburg 1884, pag. 58.



Für die 1. Analyse wurden 1.1 Gr., für die beiden anderen zusammen 2.5 Gr. derjenigen isolirten Plagioklasmengen angewendet, für welche oben die Grenzwerte des spec. Gewichts angegeben wurden. Die Alkalien wurden durch Aufschluss mittelst Fluorammonium und Schwefelsäure bestimmt.

Der Plagioklas I ist ein Labradorit mit dem Mischungsverhältnis  $Ab:An = 1:2$  (abgekürzt für 8:17); der Plagioklas II ist ein Labradorit mit dem Mischungsverhältnis  $Ab:An = 2:5$ . Es ist sehr bemerkenswerth, dass diese beiden Plagioklase sich sehr nahe stehen, trotzdem sie in den betreffenden Gesteinen in einer sehr heterogenen Weise auftreten.

Zu verschiedenen Zwecken wurden die Dünnschliffe einiger 20 Basalte mit heisser Salzsäure behandelt. In sämmtlichen Präparaten waren die Plagioklase stark angegriffen worden; und vergleicht man den Grad der Erodierung der Plagioklase in den verschiedenen Gesteinen mit demjenigen des analysirten Plagioklases, wobei eine ungefähr gleiche Dauer der Einwirkung der Salzsäure vorauszusetzen ist, so ergibt sich, dass die Feldspathe der untersuchten Basalte alle dem Labradorit angehören oder doch diesem sehr nahe stehen.

### Augit.

Ebenso wie der Plagioklas erscheint auch der Augit in verschiedenen Ausbildungsweisen. In den dichten Basalten tritt er vorzugsweise in kleinen Körnern und Kryställchen auf, die entweder eine scharf krystallographische Begrenzung zeigen ( $\infty P . \infty P \infty . \infty P \infty . P$ ) oder bei säulenförmiger Erstreckung an den polaren Enden eine unregelmässige Auszackung besitzen. Den Anamesiten sind in der Mehrzahl grosse Augitpartien eigen, welche als letztes Ausscheidungsmineral von den übrigen Basaltgemengtheilen auf das Verschiedenartigste unterbrochen werden und nur durch die einheitlichen Polarisationsfarben als Individuen erkannt werden können. In den Doleriten endlich tritt der Augit in grossen Krystallen und Körnern auf, die sich öfters u. d. M. als Aggregate zu erkennen geben. Dieses verschiedenartige Auftreten des Augites in den einzelnen Basaltvarietäten ist natürlich keine ausnahmslose, sondern nur eine in der Mehrzahl der Fälle zutreffende Erscheinung.

Der Augit besitzt vorzugsweise eine hellbraune Farbe mit einem Stich in's Violette; in einigen Basalten erhält er bei grosser Dünne der Präparate eine derartige helle Färbung, dass die Unterscheidung zwischen den kleineren Augit- und Olivinkörnern eine sehr problematische ist. In den Doleriten besonders bemerkt man auch kleine, stets unregelmässig begrenzte Partien von grüner Augitsubstanz, die entweder isolirt unter den Gemengtheilen auftritt oder an die braunen Augite geknüpft ist, wobei man oft einen allmählichen Uebergang zwischen den beiden Augitvarietäten beobachten kann. Während der Pleochroismus der braunen Augite immer nur ein sehr schwacher ist, tritt er zuweilen in ziemlicher Intensität, und zwar zwischen grünlichgelb und grasgrün sich bewegend, in den grünen Augitpartien auf.

Die in den Basalten nicht selten zu beobachtenden und von von Werveke<sup>1)</sup> zuerst beschriebenen Augite mit briefcouvert- oder sanduhrähnlichem Aufbau sind in den syrischen Gesteinen eine recht häufige Erscheinung. Der Unterschied in der Auslöschung des inneren Kegels und des äusseren Mantels betrug in manchen Fällen bis zu 12°. Wie der zonare Aufbau von der Zwillingsbildung unabhängig auftritt, so auch der sanduhrförmige Aufbau und die Verzwilligung, denn man kann öfters beobachten, wie durch den inneren Kegel eine parallel dem Orthopinakoid eingeschaltete Zwillingslamelle hindurchgeht.

Ausser den gewöhnlichen Augitzwillingen nach  $\infty P \infty$  und den dünnen eingeschalteten Zwillingslamellen, welche bisweilen schon innerhalb des Krystalles enden, wurden nicht selten auch Durchkreuzungszwillinge beobachtet. Wegen der schlecht ausgebildeten krystallographischen Begrenzung war es jedoch nicht möglich, das Gesetz der Zwillingsverwachsung zu bestimmen.

Die porphyrischen Krystalle zeigen öfters eine sehr prächtige zonare Structur, die sich kundgibt durch geringe Unterschiede in der Färbung, Auslöschungsrichtung der einzelnen Schichten, zuweilen auch durch die Anordnung der Einschlüsse. Nicht immer gehen die Durchschnitte der einzelnen Zonen den Krystallconturen parallel; so besitzt z. B. der Kern bisweilen eine elliptische Form, um welchen sich die nach aussen hin scharf krystallographisch begrenzte augitische Substanz von verschiedener Farbe und Auslöschung legt. Mit dieser

---

<sup>1)</sup> Beitrag zur Kenntniss der Limburgite. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1879, pag. 483.

Erscheinung hängt diejenige zusammen, dass innerhalb eines Augitkrystalles ganz unregelmässig begrenzte und in keiner gesetzmässigen Beziehung zum Krystall stehende Partien auftreten, welche eine geringe Differenz in der Färbung und Auslöschung besitzen. Da die Spaltbarkeit das ganze Individuum hindurch eine conforme ist, so können keine anders orientirten Einschlüsse vorliegen, sondern Augite, die der Forderung vollständiger Homogenität nicht Genüge leisten. Wenn möglicherweise zwischen Auslöschung und chemischer Zusammensetzung des Augites feste Beziehungen bestehen, so muss in den genannten Fällen innerhalb des Krystalles die Zusammensetzung in sehr unregelmässiger Weise wechseln.

Was die Homogenität der Augite betrifft, so entsprechen sie dieser Forderung um so weniger, je grösser sie sind. Die Glaseinschlüsse nehmen oft eine schlauchförmige Gestalt an und gehen in ein völliges Glasgeäder mit vielfachen Bläschen und Magnetitkörnern über; bisweilen besitzen sie auch eine rectanguläre Gestalt. Es kommen sowohl gleichmässige Vertheilungen, als auch peripherische und centrale Anhäufungen der Glaseinschlüsse vor, und sie sind oft schon bei der Betrachtung des Präparates mit unbewaffnetem Auge als Trübung der braunen Augitsubstanz zu erkennen. Dampfporen sind häufig auf secundärem Wege durch Kalkspath ausgefüllt worden. In einigen Anamesiten und Doleriten, in welchen der Apatit eine grosse Rolle spielt, wird der Augit von diesem accessorischen Gemengtheil auf das Mannigfachste durchspickt. Magnet- und Titaneisen sind ebenso häufige Gäste. Die porphyrischen Augitkrystalle der Dolerite vom „Weissen Schloss“ beherbergen viele Olivinkörner, die völlig in rothes Eisenoxyd und -hydroxyd zersetzt sind und infolge dessen im Dünnschliff schon mit blossen Auge als deutlich rothe Punkte erkannt werden können. Diese, sowie auch die porphyrischen Augite anderer Basalte enthalten überdies noch Einschlüsse von Plagioklas, sowohl in den leistenförmigen Durchschnitten als auch in ganz unregelmässigen, verästelten und anastomosirenden Partien. Es ist dies deswegen sehr bemerkenswerth, weil im Basalt des Tell Sfèch zwischen der feinkörnigen, feldspathhaltigen Grundmasse und den grossen porphyrischen Augitkrystallen denn doch ein sehr nennenswerther Unterschied in der Grösse herrscht, so dass man, der allgemeinen Regel zu Folge, nicht anstehen würde, den Augit in diesem Basalte für älter zu erklären als den Plagioklas. Und doch wird

diese Annahme durch die Thatsache beseitigt, dass auch hier der porphyrische Augit Plagioklasleisten eingeschlossen enthält, wie sie in der Grundmasse allenthalben gelegen sind. Als recht seltene Gäste wurden im Augit auch einmal Hornblende und Picotit beobachtet.

Die kleineren, in der Grundmasse auftretenden Augite sind zuweilen nur als Schalen ausgebildet, welche einen Kern von brauner Basis oder schwarzen Magnetitkörnern und Trichiten einschliessen. Oefters ist es aber zur völligen Umschliessung dieser Gemengtheile gar nicht gekommen, so dass die Augitbildung bei dem Entstehen von Krystallgerippen aufhörte, wie dies z. B. Trippke<sup>1)</sup> aus schlesischen Basalten beschreibt und abbildet.

In der Lagerung der Augitkrystalle gibt sich öfters gruppenweise ein mehr oder weniger ausgeprägter Parallelismus kund. Es ist dies beispielsweise der Fall bei der Basaltlava der Durs-Eruption, anstehend zwischen dem ed-Dekwa und Umm Ennêran im Directulûl. Hier liegen in der Nähe der Hohlräume, in einer gelben bis braunen homogenen Basis, lange Augitkrystalle derart bündelweise parallel gelagert, dass man an einer Stelle nur 4- oder 6seitige Querschnitte, an benachbarten Orten nur Längsschnitte beobachtet, die entweder genau parallel oder ein wenig divergirend angeordnet sind. Die parallele Lagerung geht meist soweit, dass selbst die entsprechenden Kanten der Querschnitte parallel gelegen sind.

Ein ähnlicher Parallelismus herrscht immer bei den reihenweise, oft büschelförmig angeordneten, langsäulenförmigen und dünnen Augitkryställchen, welche das Gesteinsgewebe ähnlich wie der Apatit durchspicken. Im Verhältnis zu diesem sind sie weit seltener und lassen eine Verwechslung mit ihm nicht leicht zu, da sie eine schwach lichtbräunliche oder graugrüne Farbe besitzen, ihre Länge auch nie in der Masse über die Breite präponderirt, wie dies bei den Apatitnadeln die Regel ist.

In einigen Basalten hat der Augit eine eigenthümliche Veränderung erlitten. Am evidentesten tritt sie hervor in einer am Fusse des Gebel el-Mânî anstehenden mandelsteinartigen, sehr zersetzten Basaltlava. Hier besitzen die in der Nähe der von Kalkspath ausgefüllten Hohlräume gelegenen Augite eine goldgelbe Farbe; in ihrer primären braunen Färbung beobachtet man die Krystalle nur noch

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntniss schlesischer Basalte und ihrer Mineralien. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1878, pag. 205.

da, wo zwischen den Blasenräumen grössere Partien der Basaltlava weder durch Poren noch Hohlräume unterbrochen sind. Dass in Wirklichkeit diese goldgelben, kurz säulenförmigen, schräg abgestutzten oder zugespitzten Krystalle Augite sind, geht einestheils aus der Auslöschungsschiefe hervor, welche derjenigen der braunen Augite völlig gleicht, wird aber auch evident erwiesen durch Individuen, welche im Kern noch die ursprüngliche braune, am Rand jedoch die goldgelbe Farbe zeigen. Man könnte bei dieser Basaltlava, in welcher die Olivine bereits eine weitgehende Zersetzung in rothe Eisenverbindungen erlitten haben, zweifelhaft sein, ob diese Farbenveränderung des Augites eine Folge der Einwirkung der Atmosphärien sei oder durch Gase bewirkt wurde, welche bei der Erstarrung des Magmas in den Blasenräumen eingeschlossen waren. Bei der ersteren Annahme wäre es schwer verständlich, warum eine derartige Umwandlung nicht öfters beobachtet würde. Die letztere Conjectur gewinnt dagegen viel an Wahrscheinlichkeit, da ich denselben Vorgang der Farbenveränderung, wenn auch in geringerem Masse ausgebildet, noch an zwei anderen Basalten beobachten konnte, welche keine Spur von irgend welchen Zersetzungserscheinungen anderer Gemengtheile erkennen liessen.

### Olivin.

Der Olivin besitzt in den syrischen Feldspathbasalten einen durchaus wesentlichen, nicht accessorischen Charakter. Meist zeigt er eine Neigung zu porphyrischer oder mikroporphyrartiger Ausbildung. Im frischen Zustande weingelb, erhält er bei oberflächlicher Zersetzung sehr prächtige bunte Anlauffarben.

Nur selten ist der Olivin ein so frühes Ausscheidungsproduct, dass er eine fast ideal reine Substanz darstellt, wie dies z. B. bei dem am Tell el-Gêne anstehenden Basalt der Fall ist, der — nebenbei bemerkt — beim Anschlagen einen glockenähnlichen Klang gibt. Meist beherbergt der Olivin sehr mannigfache fremde Krystalle und unindividualisirte Körper, die im Grossen und Ganzen von den anderwärts in basaltischen Olivinen beobachteten Einschlüssen nicht sehr abweichen. Basis, verworren faserig, tannenwedelartig entglast, Grundmasse, in welcher die Augite eine weit geringere Grösse und eine mehr in's Violette spielende Farbe besitzen im Vergleich zu den übrigen Augitkrystallen, Glaseinschlüsse, Dampfporen in Reihen und

Wolken angeordnet, Magneteisen, Picotit, Plagioklas, Augit, Apatit, Olivin — alle diese finden sich als Gäste des Olivins ein. Einige derselben verdienen eine eingehendere Erwähnung. So sind z. B. die Einschlüsse von Plagioklas im Olivin sehr bemerkenswerth, da sie beweisen, dass nicht in allen Fällen der Olivin ein älteres Ausscheidungsproduct ist als der Plagioklas. Es ist mir nicht bekannt, dass derartige Einschlüsse schon beobachtet worden wären.

Die Glaseinschlüsse, entweder farblos oder braun, besitzen die verschiedenfachsten Gestalten: rund, oval, rechteckig oder die Krystallform des Olivines nachahmend; als Extrem müssen langsäulenförmige Glaseinschlüsse gelten, welche häufig, z. B. in der zwischen dem Tell et-Turs. und dem G. Sês anstehenden Basaltlava zu beobachten sind. Zuweilen liegen sie den Krystallconturen des Olivins parallel, was einen versteckten zonaren Aufbau desselben vermuthen lässt. In den Olivinen der Grundmasse erlangen die Glaseinschlüsse oft eine derartige Grösse, dass ein einziger mindestens die Hälfte des Krystalles einnimmt. Die Glaseinschlüsse enthalten ausser dem Bläschen — in einem Falle konnten deren 8 in einem einzigen, verhältnismässig sehr kleinen Einschlüsse beobachtet werden — öfters noch verschiedene Krystallausscheidungen. Die erste Stelle unter denselben nehmen der Magnetit, sowie lange, schwarze, parallel gelagerte Trichite ein; aber auch Augit und Biotit wurden häufiger, Picotit und Plagioklas seltener beobachtet.

Der im Olivin vielfach eingeschlossene Magnetit ist bisweilen von einer schmalen Zone farblosen Glases umgeben. Vereinzelt, aber sehr charakteristisch sind diejenigen Basalte, deren Olivine einen ganz enormen Reichthum an schwarzen Erzkörnern enthalten, welche zum grössten Theile dem Magneteisen zugehören dürften. Es sind dies die noch in anderer Hinsicht sehr interessanten und später nochmals zu erwähnenden Basalte resp. Basaltlaven vom Garâret el-Kiblîje, einem bei Schuhba gelegenen kleinen Ausbruchskegel, ferner vom Tell Sfêch, und endlich die am Abhang des Tell Guwêlî<sup>1)</sup> im Haurângebirge vorkommenden Blöcke. In diesen Gesteinen beherbergt der porphyrische Olivin eine derartige Menge von Magnetitkörnern,

<sup>1)</sup> Auf der Wetzstein'schen Karte wird dieser Berg el-Guwêlîl geschrieben. Aus einer neueren Veröffentlichung Wetzstein's über „Das batanaïsche Giebelgebirge. Ein Beitrag zur Auslegung des 68. Psalms. Leipzig 1884“, geht jedoch auf Seite 21 hervor, dass die oben angewandte Schreibweise die richtigere ist.

dass dieselben meist die Hälfte, zuweilen ungefähr  $\frac{1}{6}$  des ganzen Krystalldurchschnittes einzunehmen scheinen. Bei gekreuzten Nicols gewährt es einen überaus prächtigen Anblick: Die völlig frische, in den mannigfachsten Farbentönen polarisirende Olivinsubstanz, durchspickt von den einzeln eingestreuten oder zu geraden und gewundenen Schnüren vereinigten opaken Erzkörnern. Diese Magnetitaggregationen durchstreichen entweder eng an einander gelegen in parallelen Reihen den ganzen Krystall, oder die geraden Schnüre stehen senkrecht auf den einzelnen Krystallflächen und treten dann am Rande oft in einer derartigen Menge auf, dass die Olivinsubstanz selbst in sehr dünnen Schliften nur noch punktförmig durchblitzt. Das Extrem hiervon tritt dann ein, wenn der Olivinkrystall einen breiten, völlig opaken, schwarzen Saum von Magneteisen besitzt. Im Inneren der Olivine erreichen die vielfach gewundenen Magnetitschnüre oft eine ganz ausserordentliche Dünne, so dass die einzelnen Oktaederchen, welche die Reihen aufbauen, mit der stärksten Vergrösserung kaum noch einzeln wahrgenommen werden können und die Gebilde den bekannten krummlinigen Trichiten der Obsidiane sehr ähnlich sehen. Die Untersuchung der Präparate lehrt, dass hier die Olivine nicht wie gewöhnlich eines der frühesten Ausscheidungsproducte aus dem Magma sind, da die porphyrischen Plagioklas- und Augitkrystalle eine fast ideale Reinheit besitzen. Es kann dieser auffallende Gegensatz zwischen der vollkommenen Homogenität des einen Theiles der porphyrischen Krystalle und den ausserordentlich reichlichen Interpositionen des anderen Theiles nur durch eine verschiedene Bildungsperiode erklärt werden. Die Augit- und Plagioklasindividuen waren in diesen Gesteinsvorkommnissen die ersten Krystallisationsproducte; hierauf schied sich sehr zahlreiches Magneteisen aus, und zu gleicher Zeit oder später begann die sehr stürmische Bildung der porphyrischen Olivinkrystalle, welchen nun Gelegenheit geboten war, grosse Mengen des Erzes einzuschliessen. Endlich erfolgte die Auskrystallisirung der Grundmasse, von deren Gemengtheilen nur der Magnetit bereits vorgebildet war.

Jenes Glied der Spinellgruppe, welches für gewöhnlich als Picotit gedeutet wird, zeigt eine grünlichgelbe, olivengrüne, braune oder rothe Farbe. Grössere Körner sind nur am Rande durchscheinend. Es ist mir wahrscheinlich, dass diese Farbenunterschiede nicht lediglich die Folge der verschiedenen Dicke der Krystalle sind, sondern dass

verschiedene Vertreter der Spinellgruppe vorliegen. So wird man die roth durchscheinenden Körper wohl dem Chromit zurechnen müssen.

Der Olivin ist auch ein constanter Gemengtheil der Grundmasse porphyrischer Basalte. In dieser Eigenschaft besitzt er aber nicht immer die Gestalt von Krystallen oder Körnern. So zeigen z. B. die Olivine des bei den Ruinen von 'Jjûn auftretenden Basaltes eine recht eigenthümliche Ausbildung. Hier treten sie in langen, säulenförmigen, vielfach zerfransten Gestalten auf (Taf. IX, Fig. 1 bis 3). Sie dürfen weder mit den säulenförmigen Augitkrystallen, die ebenfalls an ihren Enden sehr zerschlitzt sind, noch mit Apatitlängsschnitten verwechselt werden. Von den ersteren unterscheiden sie sich durch die allemal gerade Auslöschung, von den letzteren durch die lebhaften Polarisationsfarben. In demselben Basalte sinken die Olivine auch zu sehr kleinen und höchst unregelmässig begrenzten Körnern herab, die in dem plagioklastischen Grundteig zerstreut oder zu Haufen vereinigt umherliegen.

Kleine säulenförmige Olivinkryställchen bilden zuweilen eben solche skeletartige Aggregate, wie dies beim Magneteisen sehr häufig beobachtet wird. Es stehen in diesem Falle mehrere Olivinstäbe senkrecht gegen einen balkenförmigen Olivinkrystall (Fig. 4—6). Sehr charakteristisch ist, dass bei diesen gitterartigen, eiszapfenförmigen Aggregationen die einzelnen Olivinkrystalle von strichförmigen Magneteisen durchquert werden, wie dies in der rechten Hälfte der Fig. 5 veranschaulicht wird. Seltener kommt es vor, dass compactere, theilweise nur ruinenartig ausgebildete Olivinkryställchen, sich einander berührend, senkrecht gegen einen säulenartigen Olivin gelagert sind, wie dies in Fig. 6 zur Anschauung gebracht wird, woselbst die gestrichelten Partien Basis vorstellen. Dass in allen diesen Fällen in Wirklichkeit Olivin und kein anderes Mineral vorliegt, wird durch die Farblosigkeit, die lebhaften Polarisationsfarben, die der Längsrichtung der Krystalle parallele Auslöschung, durch das Verhalten gegen Salzsäure völlig sicher gestellt. Dass eine ähnliche Ausbildung und Aggregation des Olivins bereits beobachtet worden sei, ist mir nicht bekannt.

In sehr kleinen Körnern und Kryställchen ist der Olivin ein sehr häufiger Gemengtheil der Grundmasse. In dem an Quarzeinschlüssen äusserst reichen Basalt des 'Abd Mâr bei Salchat erlangen sie z. B. im Mittel eine Grösse von nur 0.015 Millimeter.



Diese Kryställchen besitzen eine vorwiegend rechteckige Gestalt und treten unter den übrigen Gemengtheilen scharf hervor, da sie meist völlig durch Ausscheidung von Eisenoxyd und -hydroxyd blutroth gefärbt sind. An Stellen, wo dies nicht der Fall, ist ihre Unterscheidung von den Augitkryställchen schwierig. Diese rothe secundäre Farbe der Olivinkryställchen gestattet nun, dieselben in sehr dünnen Schliften bis zu einer ausserordentlichen Kleinheit zu verfolgen. So besitzen z. B. die kleinsten, als rothe Körner noch erkennbaren Olivine einen Durchmesser von nur 0.001 Millimeter; es sind dies Olivin-individuen, die ungefähr 20 Mal kleiner sind als diejenigen, welche Penck <sup>1)</sup> 1878 als die kleinsten bekannten Olivine aufstellte, und 5 Mal kleiner als die 1879 von van Werveke <sup>2)</sup> in den Limburgiten von Palma beobachteten „Olivinmikrolithen“. Ueber die im Feldspath häufig eingeschlossenen Olivinkörnchen wurde bereits unter „Plagioklas“ gesprochen. Sie sinken bis zu einer ähnlichen minutiösen Grösse herab wie diejenigen der Grundmasse des Basaltes vom 'Abd Mâr. Auch die meisten Basalte des G. Mâni' zeichnen sich durch ausserordentlich kleine Olivinkörnchen in der Grundmasse aus. In einem pechschwarzen, höchst blasigen Lapilli vom Gipfel des G. Kléb ist das rehbraune Glas, von wenigen porphyrischen Olivinkrystallen abgesehen, erfüllt von äusserst zahlreichen kleinen, säulenförmigen Kryställchen und von Magnetitkörnchen. Die ersteren besitzen in ihrer Erscheinungsform die grösste Aehnlichkeit mit den von Penck <sup>3)</sup> beschriebenen und abgebildeten „Augitmikrolithen“. Diese Diagnose kann auf die im erwähnten Lapilli auftretenden Mikrolithen nicht in Anwendung gebracht werden. Sie löschen stets gerade aus, zeigen sehr lebhaft Polarisationfarben, treten stark aus dem Glase hervor und lassen bei wenigen grösseren Individuen zweifellos erkennen, dass hier Olivinkryställchen vorliegen, welche das basaltische Glas auf das Reichlichste durchspicken. Querschnitte beweisen, dass in der Längszone nur das Prisma  $\infty P$  auftritt. Einige durch ihre symmetrische Gestaltung recht ausgezeichnete Vertreter dieser Olivinmikrolithen sind in Fig. 7 auf Taf. IX wiedergegeben.

<sup>1)</sup> Studien über lockere vulcanische Auswürflinge. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1878, pag. 104.

<sup>2)</sup> Beitrag zur Kenntniss der Limburgite. N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1879, pag. 484.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 102.

In verschiedenen Basalten ist ein Theil der Olivine nur in förmlichen Krystallgerippen und -schalen ausgebildet. In besonders eclatanter Weise ist dies der Fall in der zwischen dem ed-Dekwa und Umm Ennêran (östlich von Damaskus) anstehenden Basaltlava, sowie in dem am westlichen Ende des et-Turs-Lavastroms anstehenden Gesteine. Die Gesammtheit der in den Fig. 8—11 dargestellten Olivindurchschnitte gibt ein Bild, wie diese Krystallgerüste entstehen. Die schraffirten Stellen bedeuten die Olivinsubstanz; die schwarzen Körner sind Magnet- und Titaneisen; die innerhalb der Olivinrahmen befindlichen punktirten Stellen werden von gelber oder brauner Basis eingenommen. Wenn die Olivinschalen nicht überall völlig geschlossen sind, so kann der innere Raum allmählig von Olivinsubstanz ausgefüllt werden, so dass dann ein tadelloser Olivinkrystall vorliegt, bei dessen Durchschnitt das zuerst gebildete Gerüste sich noch deutlich abhebt (Fig. 12). Diese nur randlich ausgebildeten Olivine zeigen bisweilen an ihren Ecken eigenthümliche, unregelmässige Fortsätze (Fig. 13); auch kommt es vor, dass ein zu Anfang gesetzmässig sich bildender Olivinrahmen unregelmässig weiterwächst (Fig. 14). Analog den schon oben erwähnten Einschlüssen von Olivin in Olivin kommen auch hier Umschliessungen zweier schalenförmiger Olivinkrystalle vor (Fig. 15). Diese eigenthümlichen Wachstumsformen beweisen, dass der Krystallaufbau nicht immer von innen nach aussen vor sich geht, sondern dass auch der umgekehrte Fall eintreten kann. Krystallskelette von Olivin, ähnlich der Fig. 9, beobachtete Vogt<sup>1)</sup> in Schlacken, wobei der Grund der skeletartigen Ausbildung in der sehr schnellen Erstarrung zu suchen ist. Eine gleiche Ursache kann bei den beschriebenen Krystallskeletten aus den syrischen Basalten nicht angenommen werden, da hier wegen der nur spärlich entwickelten Basis und der tadellosen Ausbildung der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Gemengtheile eine nur langsame Erstarrung stattgefunden haben kann. Es liegt hier eben eine eigenartige Wachstumsform der Olivinkrystalle vor, welche von der schnelleren oder langsameren Erstarrung des Magmas ganz unabhängig ist.

Verschiedene bereits erwähnte Beobachtungen, sowohl die parallel den Krystallconturen gelegenen Glaseinschlüsse als auch die rand-schaligen Olivine weisen auf einen bisweilen vorkommenden *z o n a r e n*

<sup>1)</sup> Studier over Slagger. Bidrag till k. svenska vet.-akad. handlingar. Bd. 9, pag. 55.

Aufbau dieses Mineralen hin. Derselbe wurde nun auch an tadellosen Krystallen genau in derselben Weise beobachtet, wie er bei Augiten und Plagioklasen eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist. Verbreitet kommen diese Olivine mit zonarer Structur vor in einem Basalt, welcher zwischen dem et-Turs und G. Sês auf dem Lava-plateau Dîret et-Tulûl geschlagen wurde, sowie in der bei Melîhat Hazkîn südlich von Scha'âra anstehenden Legâ-Lava. In selteneren Individuen habe ich Olivine mit concentrischen Schalen noch in sehr verschiedenen Basalten beobachten können. Die Fig. 16—18 stellen Repräsentanten derselben vor, Fig. 18 einen fragmentaren Krystall, bei dem die Schichtungslinien an den Bruchflächen austreichen. Dieser Schalenaufbau ist entweder durch scharfe, schwarze, den Krystallconturen parallele Striche oder durch äusserst feine Schattirungen angedeutet. Im ersteren Falle dürfte man entschieden die zonare Structur auf Rechnung von staubförmigen Interpositionen setzen; ob dies auch im zweiten Falle eintritt, dürfte schwer zu entscheiden sein. Die Möglichkeit, dass die Zonen eine verschiedene chemische Zusammensetzung besitzen, ist ja beim Olivin, der eine isomorphe Mischung darstellt, gegeben. Wenn z. B. eine Magnetitausscheidung aus dem basaltischen Magma während des Olivinwachstums stattfindet, so muss sich der Eisenoxydulgehalt des Magmas fortwährend ändern und eine wechselnde relative Betheiligung desselben bei der Olivinbildung eintreten. Ebenso muss bei der Ausscheidung des Augites der Magnesiagehalt des Magmas eine fortwährende Aenderung erfahren. Die Thatsache, dass die zonare Structur der Olivine nur an den kleinen Krystallen der Grundmasse, nicht auch an den porphyrischen Individuen beobachtet wurde, scheint mir ein schwerwiegendes Argument für die Annahme zu sein, dass ausser Interstitien auch Differenzen in der chemischen Zusammensetzung der Schalen die Ursache des zonaren Aufbaues sind; denn die Olivine der Grundmasse haben sich zu gleicher Zeit wie die Plagioklas- und Augitkrystalle ausgeschieden. Ein Unterschied in den Polarisationsfarben der einzelnen Schichten konnte nur einmal beobachtet werden bei einem Olivin, der überhaupt nur aus einem Kern und einer äusseren Schale bestand. Bei jenen geschichteten Krystallen, welche durch eng aneinander gelegene zonare Linien den Schalenaufbau erkennen lassen, kann aus leicht begreiflichen Gründen ein Unterschied der Polarisationsfarben nicht bemerkt werden.

Evident zonar gebaute Olivine sind bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Aus „optisch und in ihrer Verwitterungsfähigkeit sich etwas verschieden verhaltenden Schichten“ schloss Hofmann<sup>1)</sup> auf einen schaligen Krystallbau mancher Olivindurchschnitte. Van Werveke<sup>2)</sup> schliesst auf das Vorhandensein zonar gebauten Olivins auf Grund von Einschlüssen, die den Krystallconturen ihres Wirthes parallel angeordnet sind.

Der Olivin verdient auch deswegen ein besonderes Interesse, als er in einigen Basalten in ausgezeichneten, deutlichen Zwillingen auftritt. Olivinzwillinge sind bis jetzt nur sehr spärlich beobachtet worden. Rosenbusch<sup>3)</sup> bemerkte in zwei Fällen bei Anwendung des polarisirten Lichtes, „dass zwei Individuen nach einer Fläche von  $P\infty$  verwachsen waren. Die Verhältnisse waren so, dass an eine zufällige Verwachsung nicht gedacht werden konnte, liessen aber eine genauere Bestimmung des Verwachsungsgesetzes nicht zu“. Lang<sup>4)</sup> gibt eine kurze Angabe über das Vorkommen von Olivinzwillingen im Gabbro von Dignæs am Tyrifjord in Norwegen, ohne nähere Fixirung des Gesetzes. Cohen<sup>5)</sup> beschreibt „rechtwinklige Durchkreuzungszwillinge“ von Olivin aus einer Lava von Hawaii und gibt in seiner „Sammlung von Mikrophotographien“, Taf. 27, 4, eine Abbildung davon. Mügge<sup>6)</sup> beobachtete in Andesiten der Azoren „mehrfache Durchkreuzungen zweier Olivinkryställchen“, wobei aber nicht entschieden werden konnte, ob eine „regelmässige Verwachsung vorlag“. Kreutz<sup>7)</sup> erwähnt, dass bei den Olivinkrystallen der Vesuvlaven von 1881 und 1883 „hin und wieder Verwachsungen in der Richtung der Verticalaxe vorkommen“, ohne sich näher darüber auszusprechen, ob hier eine Zwillingsbildung oder gesetzlose Verwachsung vorliegt; derselbe Forscher erwähnt ferner noch in derselben Schrift (pag. 148), dass in den Glasbrocken

<sup>1)</sup> Die Basaltgesteine des südlichen Bakony. Budapest 1879, pag. 27 und 193.

<sup>2)</sup> Beitrag zur Kenntniss der Gesteine der Insel Palma. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1879, pag. 820.

<sup>3)</sup> Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1872, pag. 60.

<sup>4)</sup> Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. 1879, Bd. 31, pag. 489.

<sup>5)</sup> Ueber Laven von Hawaii und einigen anderen Inseln des grossen Oceans etc. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1880, II, pag. 52.

<sup>6)</sup> l. c. pag. 228.

<sup>7)</sup> Ueber Vesuvlaven von 1881 und 1883. Diese Mittheil. VI, 1884, pag. 143.

des Palagonittuffes von Mosfell „an die Staurolithkreuze erinnernde, winzige Olivindurchkreuzungszwillinge nach zwei verschiedenen Gesetzen vorliegen, indem sich die Verticalaxen beider Olivinsäulchen entweder unter einem nahe  $60^\circ$  betragenden Winkel durchkreuzen, oder indem sie sich unter einem vom rechten nicht zu unterscheidenden Winkel durchschneiden“. Endlich hat Kalkowsky<sup>1)</sup> über Durchkreuzungszwillinge berichtet, welche er im Nephelinbasalt vom Randen, von Spechtshausen und sehr vereinzelt in einigen anderen Basalten beobachtete und die nach dem Brachydoma  $P_\infty$  verzwillingt sind, also nach demselben Gesetze, welches G. vom Rath<sup>2)</sup> bereits an einem losen Olivin- (Monticellit-) Zwillings vom Vesuv nachgewiesen hatte. Kalkowsky erwähnt in seiner Abhandlung nur der Beobachtungen G. vom Rath's, Lang's und Cohen's und spricht sich dahin aus, dass die von letzterem Forscher beobachteten „rechtwinkligen Durchkreuzungszwillinge“ nur eigenthümliche Wachstumsformen seien. Ich theile völlig diese Ansicht und möchte sie auf die von Kreutz beobachteten rechtwinkligen Durchkreuzungszwillinge in gleicher Weise angewendet wissen. Sofern man, wie dies aus Cohen's Beschreibung hervorgeht, weder eine Zwillingennaht, noch verschiedene Polarisationsfarben der verzwillingten Individuen wahrnimmt, so liegt eben kein Zwillings vor. Wenn man bedenkt, dass in neuerer Zeit mehrfach sehr eigenartige Wachstumsformen des Olivins beobachtet wurden, wie ich solche z. B. auch oben beschrieben habe, so dürfte man der Auffassung der „rechtwinkligen Durchkreuzungszwillinge“ als ungewöhnliche Wachstumserscheinungen eines einzigen Individuums mit weniger Reserve entgegenzutreten, als dies vielleicht früher der Fall war. Man dürfte eine den thatsächlichen Beobachtungen weit mehr entsprechende Auffassungsweise einer Erklärung vorziehen, die zu Gunsten einer verführerischen Neuheit gewichtige Bedenken ausser Acht liess. Was schliesslich diejenigen von Kreutz beobachteten Olivinzwillinge betrifft, welche sich „unter einem nahezu  $60^\circ$  betragenden Winkel durchkreuzen“, so bleibt es bei der „winzigen“ Grösse, welche diese Gebilde besitzen, der individuellen Auffassung anheimgegeben, sie für Zwillinge zu halten oder nicht. Verhalten sie sich in optischer

<sup>1)</sup> Ueber Olivinzwillinge in Gesteinen. Zeitschr. f. Krystallogr. Bd. X, 1885, pag. 17.

<sup>2)</sup> Mineralogische Mittheilungen. Poggend. Annalen der Physik und Chemie. 1868, Bd. 135, pag. 581.

Beziehung wie die „rechtwinkligen Durchkreuzungszwillinge“, worüber kein Aufschluss gegeben wird, so ist gegen sie dasselbe Argument zu gebrauchen, welches soeben gegen diese angeführt wurde. Was endlich die Beobachtungen Rosenbusch's und Lang's betrifft, so sind sie für eine weitere Verwerthung zu allgemein gefasst. Wenn ich somit zur Darlegung meiner Beobachtungen über Olivinzwillinge übergehe, so kommen als Vorlage eigentlich nur die Untersuchungen Kalkowsky's und G. vom Rath's in Betracht.

Ähnliche Durchkreuzungszwillinge wie die von Kalkowsky beschriebenen und abgebildeten (l. c.), kommen besonders häufig in der dichten compacten Ganglava vor, welche im Sattel des bei Damaskus gelegenen G. Mâni' ansteht. Vertreter dieser nach  $\tilde{P}\infty$  verzwilligten Olivine sind in den Figuren 19—21 abgebildet. Es sind Durchschnitte parallel oder nahezu parallel dem Makropinakoid. Durch die Schraffirung wird die Richtung der Auslöschung angegeben. Die punktierten Linien bedeuten die Verwachsungsnaht; sie ist im zerstreuten Lichte nicht sichtbar; vermittelt der verschiedenen Polarisationsfarben der beiden Individuen kann man aber erkennen, dass sie meist in geradlinigen Zacken, seltener in gekrümmten Linien verläuft. Die Brachypinakoid der beiden sich durchkreuzenden Individuen schliessen in Wirklichkeit einen Winkel von  $119^{\circ} 12'$ , resp.  $60^{\circ} 48'$  ein. In Fig. 19 wurde derselbe zu  $120^{\circ}$ , in Fig. 20 zu  $60^{\circ}$  gemessen.

Wenn man die Olivinkrystalle der betreffenden Basalte, in welchen Zwillinge vorkommen, durchmustert, so bemerkt man, dass sie, wie dies ja auch das Gewöhnliche ist, eine nach der Verticalaxe säulenförmige, nicht aber auch eine nach dem Brachypinakoid tafelförmige Gestalt besitzen. Betrachtet man nun die in den Figuren 22—30 gezeichneten Durchschnitte von Olivinzwillingen, so gelangt man zu der Ueberzeugung, dass ausser dem Zwillingsgesetz nach  $\tilde{P}\infty$  noch ein anderes, und zwar nach einem Prisma auftreten muss. Wie aus dem Durchschnitte Fig. 23 hervorgeht — der, nebenbei bemerkt, auf einen nach  $\tilde{P}\infty$  verzwilligten Olivin überhaupt nicht zurückgeführt werden kann — ist es das Grundprisma  $\infty P$ , welches als Zwillingsfläche auftritt. Der Olivin steht somit den Zwillingen der Aragonitreihe nahe. Kalkowsky schliesst aus den in seinen Figuren 13 und 16 wiedergegebenen, rectangulären Durchschnitten rückwärts auf eine nach dem Brachypinakoid tafelförmige Ausbildung der Olivin-

zwillinge. Einen derartigen Schluss, über dessen Berechtigung man getheilter Meinung sein dürfte, kann ich bei den Olivinzwillingen der syrischen Basalte nicht anwenden. Hier ist die nach der Verticalaxe säulenförmige Erstreckung der Olivine die gegebene Thatsache, und hieraus hat man zu schliessen, dass die in den Figuren 22, 24 bis 30 gezeichneten Durchschnitte nicht auf eine Verzwilligung nach  $\check{P}\infty$ , sondern nach  $\infty P$  zurückzuführen sind. Eine Annahme, dass es nur die Zwillinge seien, welche nach  $\infty \check{P}\infty$  eine ausgedehnte Entwicklung erlangt hätten, dass die einfachen Krystalle aber die gewöhnliche nach der Verticalaxe säulenförmige Erstreckung besässen, würde als eine derart gesuchte erscheinen, dass sie überhaupt nicht näher in Betracht zu ziehen ist.

Wenden wir uns zur Erklärung der gegebenen Zeichnungen. Fig. 22 stellt einen Durchschnitt parallel der Verticalaxe und Fig. 23 einen Querschnitt, senkrecht zur Verticalaxe dar. Ein Durchschnitt, geneigt zur Axe  $c$ , doch so geführt, dass er den einspringenden Winkel des Zwillings nicht trifft, ist in Fig. 24 wiedergegeben. Ein ebenfalls durch viele Olivinzwillinge ausgezeichnete Basalt ist derjenige des Tell Guwêlin. Man beobachtet Durchschnitte, wie die in den Figuren 22—24 dargestellten. Was die Verwachsungsebene anbetrifft, so scheint in den angeführten Fällen das Doma  $\check{P}\infty$  in den ersterwähnten Durchkreuzungszwillingen, das Prisma  $\infty P$  in den zuletzt erwähnten Contactzwillingen aufzutreten. Es konnten nun aber sowohl im Basalt des Tell Guwêlin, als auch in dem bei Rahâ (Südwestabhang des Haurân) und in einem zwischen dem et-Turs und G. Sês auf dem grossen Lavaplateau geschlagenen Basalt Durchschnitte beobachtet werden, bei welchen die Auslöschungsrichtung des einen Individuums parallel der Zwillingsnaht, diejenige des anderen Individuums aber unter einem schiefen Winkel dazu steht. Es liegt hier wohl derselbe Fall vor, wie ihn Kalkowsky<sup>1)</sup> an den Durchkreuzungszwillingen nach  $\check{P}\infty$  beobachtete, dass nämlich „das eine Individuum mit seinem Brachypinakoid an den anderen Krystall anstösst, für welchen die Zwillingsebene zugleich Verwachsungsebene ist“ (Fig. 25—27).

Dass übrigens auch Durchkreuzungszwillinge nach einem Prisma vorkommen, beweisen die in den Fig. 28—30 gezeichneten Durchschnitte. Auch hier besitzt die Verwachsungsnah nicht immer den

<sup>1)</sup> l. c. pag. 20.

geforderten geradlinigen Verlauf, eine Erscheinung, wie sie in gleicher Weise bei anderen Durchkreuzungszwillingen nicht allzu selten beobachtet wird.

Bei der Untersuchung der Olivinzwillinge in den Basalten ging ich von dem Standpunkte aus, als Object nur gut ausgebildete Krystalle zu wählen, bei denen die beobachteten Durchschnitte eine völlige Sicherheit gewähren, dass auch in Wirklichkeit Zwillinge vorliegen und nicht nur unregelmässige Verwachsungen, welche im zufälligen Durchschnitte ein zwillingsähnliches Aussehen gewinnen können. Kalkowsky scheint mir in dem Bestreben, Olivinzwillinge aufzufinden, zu weit zu gehen, wenn er z. B. das in seiner Fig. 11 abgebildete Aggregat als einen Drilling erklärt, lediglich deswegen, „weil die Zwillingsnähte stellenweise im zerstreuten Licht kaum erkennbar sind“. Wenn bei unregelmässigen Verwachsungen von Olivinkörnern zwischen den Zusammenfügungsflächen keine staubartigen Partikel eingeschlossen werden, so erkennt man in diesem Falle im zerstreuten Licht auch keine Naht. So gibt sich manches als ein Individuum erscheinende Mineral unter gekreuzten Nicols als ein Aggregat zu erkennen. Wie ich schon oben erwähnte, kommen in den syrischen Basalten vielfach Plagioklase vor, welche einen oder mehrere Einschlüsse von anders orientirter Plagioklassubstanz enthalten, die aber im zerstreuten Licht nicht im geringsten als solche erkannt werden kann. Die gleiche Erscheinung ist bei Olivinen nicht selten zu beobachten. Wollte man Aggregate, wie die von Kalkowsky z. B. in den Fig. 7, 11, 15 abgebildeten als gesetzmässige Verwachsungen, als Zwillinge und Viellinge betrachten, wofür mir der Beweis zu fehlen scheint, so würde man nur wenige Präparate der syrischen Basalte durchmustern können, in denen man nicht derartigen Zwillingen und Viellingen begegnete.

Wenn der Olivin einer Zersetzung anheimgefallen ist, und dies ist besonders bei vielen Anamesiten und Doleriten eingetreten, so haben sich mit nur wenigen Ausnahmen rothes Eisenoxyd und -hydroxyd innerhalb des Krystalles abgeschieden. Die Zersetzung geht hier jedoch in vielen Fällen nicht vom Rande und den Spalten aus vor sich, ist auch nicht an die im Olivin eingebetteten Erzkörner gebunden, sondern sie beginnt sehr sonderbarer Weise innerhalb einer zwischen dem Rand und dem Kern gelegenen Zone, so dass man also beim Beginn der Umwandlung eine noch frische Randzone und



einen unzersetzten Kern beobachtet, welche von einander durch eine Zone von rothen Zersetzungsproducten getrennt werden (Fig. 31). Die Fläche, bei welcher die Zersetzung beginnt, geht meist der äusseren Umgrenzung des Krystalles parallel und folgt derselben auch, wenn der Olivin mit Einbuchtungen versehen ist oder in unregelmässig begrenzten Körnern auftritt. Die Breite der äusseren frischen Zone ist sehr verschieden; zuweilen beträgt sie bis  $\frac{1}{2}$  des ganzen Olivindurchmessers; oft ist sie aber auch nur noch mit starken Vergrösserungen zu bemerken und in diesem Falle am besten unter gekreuzten Nicols, wobei die bunten Polarisationsfarben sich schärfer von dem übrigen Gesteinsgewebe abheben als die Farblosigkeit bei der Beobachtung im zerstreuten Licht. Von dieser dem Rande des Olivins parallel verlaufenden Zone dringt nun die Zersetzung faser- und haarförmig in den Kern vor, bis auch dieser endlich von den rothen secundären Eisenverbindungen erfüllt wird. Dieselben besitzen einen schwachen Pleochroismus zwischen einem helleren und dunkleren Roth. Ein faserförmiges Vorwärtsgreifen der Zersetzung nach dem Rande hin ist nie wahrzunehmen; hier bildet die Grenze immer eine den Krystallconturen mehr oder weniger parallel gehende Linie. Ich hebe dies deswegen hervor, weil der Abbildung Hofmann's<sup>1)</sup> zufolge, der einen ähnlichen Umwandlungsvorgang am Olivin des Basaltes von Kabhegy beobachtet zu haben scheint, die Zersetzung auch nach dem Rande hin faserförmig vorwärts greift.

Wenn endlich eine noch längere Dauer der Einwirkung der zersetzenden Agentien auf die Olivine vieler syrischer Basalte stattgefunden hat, so zeigt sich auch die Randzone in die rothen Eisenverbindungen umgewandelt, so dass es den Anblick gewährt, als ob Pseudomorphosen eines Gemenges von Eisenoxyd und -hydroxyd nach Olivin vorlägen.<sup>2)</sup> Dass dies hier nicht der Fall sein kann, geht aus dem sehr merkwürdigen Verhalten dieser zersetzten Olivine gegen Salzsäure hervor. Ein Dünnschliff wurde 5 Stunden lang mit conc. Salzsäure von circa 80° behandelt, eine Dauer der Einwirkung, welche genügte, um den Plagioklas sehr stark zu erodiren und selbst den Augit anzugreifen. Die umgewandelten Olivinpartien setzten der Salzsäure einen viel bedeutenderen Widerstand entgegen als der frische

<sup>1)</sup> l. c. Taf. 15, Fig. 10.

<sup>2)</sup> Mikrosk. Physiographie der petrogr. wicht. Min. 2. Aufl., pag. 412.

Olivin. Dieser war völlig zersetzt, als solcher nicht mehr wahrnehmbar; die gerötheten Olivinstellen dagegen waren zwar gebleicht worden und zeigten nun eine schmutzig-lichtgelbe Farbe; sie liessen aber noch deutlich die Faserung und Polarisationsfarben erkennen, und nur vom Rande und den Sprüngen her hatte eine geringe Zerstörung stattgefunden. Ein Gemenge von Eisenoxyd und -hydroxyd wäre unfehlbar völlig gelöst worden.

Im Verlaufe der beschriebenen Zersetzungserscheinung ist insofern noch eine Gesetzmässigkeit zu beobachten, als die Fasern des Zersetzungsproductes parallel einer Auslöschungsrichtung des Olivins vordringen, und zwar immer parallel der Basis, wie an scharf ausgebildeten Krystallen erkannt werden kann. Es ist dies eine Gesetzmässigkeit, welche bei der Orientirung der Durchschnitte von Olivinkörnern, falls sich diese aus irgend einem Grunde als wünschenswerth erweist, sehr gute Dienste leistet. Innerhalb der zersetzten Partien bemerkt man häufig, besonders wenn schon der grössere Theil des Krystalles der Umwandlung anheimgefallen ist, zahlreiche Sprünge, die parallel der Längsrichtung der Fasern, also parallel der Basis, verlaufen und durch unregelmässige Querrisse mit einander verbunden sind (Fig. 32). Diese secundäre, durch die Zersetzung bewirkte Spaltbarkeit ist der Hauptsache nach nur auf die umgewandelten Partien beschränkt und setzt nur ganz vereinzelt in die frische Olivinsubstanz über. Auch Bořický<sup>1)</sup> beschreibt eine mit der bräunlichrothen Farbennuance auftretende „netzartige Quadrirung mit deutlichem Hervortreten einer Riefungsrichtung“ an Olivinen böhmischer Basalte.

Als Beispiele, woselbst alle diese Zersetzungserscheinungen in ausgezeichneter Weise zu beobachten sind, führe ich folgende Basalte an: Die Dolerite der Safâ-Eruption, in der Nähe des „Weissen Schlosses“ anstehend; die Dolerite der Steinwüste Harra, zwischen dem „Weissen Schloss“ und Ka'kûl; die anamesitische Lava des el-Gêle. Alle diese Vorkommnisse gehören in das Bereich des grossen Lavaplateaus Dîret et-Tulûl. Vom Haurângebiet mögen folgende Fundorte erwähnt werden: der dichte porphyrische Basalt von Em Jairun bei Schuhba; der Dolerit vom Gipfel des Tell Guwêlîn; der bei Sa'ne anstehende Anamesit. Diese Angaben sind nur Beispiele, keine erschöpfende Aufzeichnung aller derjenigen Basaltvorkommnisse,

<sup>1)</sup> Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. Prag 1874, pag. 32.

in welchen die betreffende merkwürdige Zersetzungserscheinung der Olivine thatsächlich beobachtet wurde.

Schon innerhalb des beschränkten Raumes eines Präparates zeigt sich die sehr auffallende Erscheinung, dass die einzelnen Olivinkrystalle sich den zersetzenden Atmosphärlilien gegenüber sehr verschieden verhielten. Man bemerkt häufig frische Olivinkörner neben solchen, die schon eine hochgradige Zersetzung in die betreffenden rothen Substanzen erlitten haben, und zwar sind jene in der Regel kleiner als diese. Es tritt hier also gerade der umgekehrte Fall ein, als er gewöhnlich bei der Zersetzung der Olivine zu beobachten ist, bei welcher die kleineren Individuen der Einwirkung der Atmosphärlilien viel geringeren Widerstand zu leisten pflegen, als die grossen porphyrischen Krystalle. Unter allen Handstücken der hier zur Untersuchung gelangten Gesteinsserie befinden sich nur sehr wenige Vorkommnisse (die schon oben wegen des Auftretens höchst minimaler Olivinkörnchen erwähnten Basalte vom 'Abd Mâr und G. Mânî), bei welchen dieser für die vorliegenden Basalte als Regel geltende Unterschied in der Umwandlung der grossen und kleinen Olivinindividuen nicht eingehalten wird.

Eine Erklärung für dieses auffallende Verhalten der verschieden grossen Olivinkrystalle gegenüber den zersetzenden Agentien glaube ich in Folgendem geben zu können. Man beobachtet nämlich in einem vom Rîgm Ka'kûl in der Ruhbe herstammenden Dolerit Folgendes: Die grossen porphyrischen Olivinkrystalle sind im hohen Masse in die rothen Eisenverbindungen zersetzt, wobei meist ein äusserer, nicht in dieser Weise angegriffener Rand zu beobachten ist. Die kleineren Olivinkörner besitzen einen mehr oder weniger grünen Hauch und zeigen eine beginnende, von aussen nach innen vordringende Zersetzung in grüne, serpentinöse Substanzen. Denselben Vorgang beobachtet man an den äusseren Randzonen der grossen porphyrischen Krystalle (Fig. 32). Diese Verschiedenheit in den Zersetzungserscheinungen zwischen den grossen und kleinen Olivinindividuen einerseits, die Uebereinstimmung in der Umwandlung der kleinen mit derjenigen der Randzone der porphyrischen Krystalle, sowie die auffallende Armuth dieser Olivine an eingeschlossenem Magnetit andererseits geben uns einen Anhaltspunkt für die Erklärung sowohl des anomalen Zersetzungs Vorganges an den porphyrischen Krystallen, als auch des verschiedenen Verhaltens der einzelnen

Olivinindividuen gegenüber den Atmosphärlilien. Da es eine vielfach beobachtete und durch Analysen bekräftigte Thatsache ist, dass die eisenarmen Olivine sich in serpentinöse Substanzen zersetzen, die eisenreichen aber rothe Eisenverbindungen abscheiden, so liegt es nahe, anzunehmen, dass die Olivine obiger Dolerite und Anamesite eine verschiedene chemische Zusammensetzung besitzen, so zwar, dass die kleineren eisenärmer sind als die porphyrischen. Bei wiederholter Durchmusterung der Präparate drängte sich mir die Ueberzeugung auf, dass hier zwei Generationen von Olivinkrystallen vorliegen. Aus dem eisenreichen Magma schieden sich eine erste Anzahl von Olivinen aus; als diese bereits eine namhafte Grösse erlangt hatten, erfolgte, von Plagioklas und Augit abgesehen, eine Auskrystallisirung von Magnet- und Titaneisen, welche bewirkte, dass der Eisengehalt des noch restirenden Magmas sehr herabgedrückt wurde; dieses enthielt aber noch hinreichend *Mg*-Silicat, so dass die Möglichkeit der Ausscheidung einer zweiten Generation von eisenarmen Olivinkrystallen gegeben war. Zu gleicher Zeit erhielten die Olivine der ersten Generation noch einen kleinen Zuwachs, der sich natürlich von der Kernsubstanz durch den geringeren Eisengehalt unterschied. Die im Feldspath eingeschlossenen sehr kleinen Olivinkörnchen gehören der ersten Generation an, da sie in rothe Eisenverbindungen sich zersetzten. In ihrem Weiterwachsthum waren sie durch die Umhüllung der Plagioklassubstanz gehindert worden. Wenn nun die eisenreiche Olivinsubstanz den zersetzenden Agentien weniger Widerstand entgegensetzt als die eisenärmere <sup>1)</sup>, so muss der in den oben erwähnten Doleriten beobachtete Fall eintreten, dass in einer innerhalb des Krystalles gelegenen Zone die Zersetzung beginnt, und dass die kleinen Olivine im zeitlichen Verlauf der Umwandlung den porphyrischen weit hintanstellen.

Diese Annahme, dass der Unterschied zwischen zersetzten und unzersetzten Zonen demnach auf einer differenten chemischen Zusammensetzung, also auf einem schaligen Aufbau oder zonarer Structur beruhe, wird durch andere Beobachtungen noch erhärtet. Es wurde bereits berichtet, dass an Olivinen vielfach ein zonarer Aufbau zu bemerken ist; es beschränkt sich derselbe allerdings nur auf die kleinen Individuen der Grundmasse. Hierfür tritt aber eine andere

<sup>1)</sup> Rosenbusch nimmt das Gegentheil an, ohne einen Grund dafür anzuführen. Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine, pag. 431.

Erscheinung an die Stelle, die auch nur in einer verschiedenen chemischen Zusammensetzung ihre Erklärung finden kann. Man beobachtet nämlich nicht allzu selten, dass der unzersetzte Rand der Olivine bei gleicher Dicke eine andere Polarisationsfarbe besitzt, als der von ihm durch die rothe Zersetzungsschicht getrennte frische Kern. Als Beispiele mögen folgende Angaben dienen:

	Kern	Randzone
Polarisationsfarbe	himmelblau	meergrün
	lasurblau	carminroth
	gelb	rosenroth
	rosenroth	meergrün

Schon im zerstreuten Licht ist zuweilen ein geringer Farbenunterschied bemerkbar, indem der Kern von völliger Wasserklarheit, die Randzone schwach gelb gefärbt ist. Es ist hier jedoch schwer zu entscheiden, ob diese Gelbfärbung nicht schon die Folge einer in ihren ersten Anfängen auftretenden Zersetzung ist.

Dieser Hypothese zufolge würden also die betreffenden Olivine aus einem Kern und einer denselben umhüllenden Schale von anderer chemischer Zusammensetzung bestehen. Dass die Verschiedenheit der Polarisationsfarbe von Kern und Hülle nicht in allen Fällen zu beobachten ist, widerspricht nicht der aufgestellten Hypothese; denn ein nur geringer Unterschied in der chemischen Zusammensetzung braucht nicht auch eine merkbare Verschiedenheit in den Polarisationsfarben nothwendig nach sich zu ziehen.

Ein anderer Umstand ist es aber, welcher die Hypothese einigermassen zu erschüttern scheint. Man sollte nämlich erwarten, dass die Begrenzung der Zersetzungszone immer Krystallflächen parallel geht, also weder den unregelmässigen Conturen der Körner, noch den Einbuchtungen folgt. Und doch beobachtet man, dass letzteres der Fall ist. Will man die Hypothese des schaligen Aufbaues aufrecht erhalten, so muss man nothgedrungen annehmen, dass die ursprüngliche Ausscheidung des Olivins nicht ausnahmslos in Krystallen, sondern aus irgend einem Grunde theilweise in unregelmässig conturirten Körnern stattfand. Es ist dies freilich eine Annahme, welche mit der Hypothese des aus den Zersetzungserscheinungen abgeleiteten schaligen Aufbaues nicht recht in Einklang zu bringen ist. Da indessen den oben zu Gunsten der Hypothese entwickelten

Argumenten ein grösseres Gewicht zuzukommen scheint, so stehe ich nicht an, dieselbe so lange aufrecht zu erhalten, bis eine andere, wahrscheinlichere ihr Aufgeben nöthig machen sollte.

Die gewöhnlichen Zersetzungserscheinungen, wobei die Umwandlung der Olivine in die Eisenverbindungen vom Rande und den Spalten her vor sich geht, oder wo die secundären rothen Substanzen wolkenförmig vom Rande aus in den Krystall vordringen, ohne sich an die Spalten zu knüpfen, kommen in den syrischen Basalten auch vor, treten aber an Häufigkeit gegen die erwähnte anomale Zersetzung zurück. Eine Umwandlung der Olivine in nur grüne, serpentinöse Substanzen ist selten.

Eine sehr weitgehende Veränderung hat der Olivin an gewissen Stellen des bläulichschwarzen Basaltes erlitten, der in losen Blöcken am Abhange des Guwêlîn gefunden wird, bereits wegen des Vorkommens von Olivinzwillingen erwähnt wurde und uns späterhin nochmals wegen des Auftretens gewisser Neubildungsproducte begegnen wird. Dieser Basalt besitzt stellenweise zahlreiche, in Schnüren verlaufende winzige Poren. Cylindrisch canalartige, vom schwarzen Basalt scharf abgegrenzte Partien sind zersetzt und von gelber Farbe. Der unzersetzte Basalt zeigt u. d. M. folgendes Bild: In einer sehr feinkörnigen, aus massenhaften kleinen Erzkörnern, Augitkryställchen und Plagioklasleisten sich zusammensetzenden Grundmasse sind mikroporphyrartig Olivin-, spärliche Augit- und Plagioklaskrystalle, sowie grössere opake Erzpartikel eingestreut. In der Nähe der gelben Zersetzungspartien erleidet die Olivinsubstanz zunächst eine Röthung, hervorgerufen nicht durch faserförmige, sondern hautartige, blutrothe Ablagerungen von Eisenoxyd. Innerhalb der Uebergangszone zwischen dem völlig frischen und dem gelben zersetzten Basalt, welche eine scharfe, fast geradlinig begrenzte ist und nur eine geringe Ausdehnung besitzt, sind die Olivine völlig in eine dunkelbraune Masse umgewandelt, aus der nur selten noch unangegriffene Substanz hervorleuchtet. Weiter vom frischen Basalt entfernt bemerkt man nur noch unregelmässige braune Flecke, die das Dasein früherer Olivinkrystalle bekunden, bis endlich auch diese aufhören und der Olivin spurlos verschwunden ist.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Anmerkung. Auch an den übrigen Gemengtheilen dieses Basaltes bemerkt man die Spuren intensiver Einwirkungen eines unbekannten Agens. Betrachtet man den zersetzten im Vergleich zum frischen Basalt, so ist der zunächst in die Augen

### Magnet Eisen, Titaneisen, Pseudobrookit.

Das typische und unzweifelhafte Magneteisen zeigt in den vorliegenden Basalten keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Entweder in Körnern oder in den prächtigsten skeletartigen Aggregaten auftretend, ist es zumeist mit Titaneisen vergesellschaftet, und zwar theilweise in steigender Quantität an der Zusammensetzung der Basalte, je grobkörniger diese sind. Die dichten Basalte, welche des Titaneisens völlig ermangeln, sind sehr selten.

Das Titaneisen tritt sowohl in Körnerform auf, als auch, und dies besonders häufig, in den bekannten lamellenartigen, sechseckig begrenzten oder unregelmässig gelappten und zerschlitzen

springende Unterschied das gänzliche Fehlen der schwarzen Magneteisenkörner. Die Plagioklasleisten sind als solche nur noch in der Nähe des unzersetzten Basaltes zu bemerken; aber auch hier schon haben sie eine merkwürdige Umänderung erfahren, welche sich einestheils durch die Schliffoberfläche kundgibt, die im Gegensatz zu der völlig ebenen der frischen Plagioklasse eine rauhe wolkige Beschaffenheit hat, andernteils durch den Mangel der charakteristischen Zwillingsstreifung. Die Krystalldurchschnitte zeigen nur noch eine matte, meist fleckenartig verschiedene, aggregatförmige Polarisationsfarbe. Weiter vom frischen Basalt entfernt bemerkt man andrinnen Stellen des Präparates anstatt der Plagioklasindividuen einen zusammenhängenden, schwach matt polarisirenden Grundteig, in welchem die Augitkrystalle mehr oder weniger dicht gedrängt gelegen sind. Diese besitzen, während ihnen im frischen Basalt die gewöhnliche hellbraune Farbe eigen ist, in den zersetzten Partien eine gelbliche Färbung; sie sind es, welche der ganzen umgewandelten Basaltmasse das gelbe Aussehen verleihen.

In den gelben Basaltpartien kommen auch veritable Neubildungen vor. Es sind theils Körner, theils Krystalle von quadratischem bis rechteckigem Habitus und einer eigenthümlich gelben Farbe. Sie besitzen eine starke Lichtbrechung und eine ausserordentlich unebene, fast rissige Schliffoberfläche, welcher Umstand auf eine grosse Härte des Mineralen schliessen lässt. Selten wurden Zwillinge beobachtet, wobei die Naht parallel einer Seite des quadratischen Durchschnitts geht. In Salzsäure ist diese Substanz unlöslich, in Flusssäure schwer löslich. Wenngleich mit unbestrittener Sicherheit nicht angegeben werden kann, welcher Mineralspecies diese Neubildungen angehören, so ist es doch nicht zu verkennen, dass die angegebenen Charaktere sehr an den Epidot erinnern, so dass man diese Diagnose mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aufzustellen berechtigt ist. Mit den mikroskopischen Epidotzwillingen, welche Reusch beschreibt und abbildet (N. Jahrb. f. Min. etc. 1883 II, pag. 178) haben viele Körner und Kryställchen eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit.

Ueber ein ferneres Neubildungsproduct innerhalb der gelben Zersetzungspartien, zu Gunsten dessen der Basalt des Tell Guwélin mit seinen tiefeingreifenden Umwandlungserscheinungen und Neubildungen überhaupt hier eine etwas eingehendere Berücksichtigung gefunden hat, wird unter „Pseudobrookit“ berichtet werden.

Gestalten. Oft besitzen die Lamellen eine recht bedeutende Länge, so dass ihre Querschnitte als lange Striche das Gesteinsgewebe durchziehen. Bereits Hofmann<sup>1)</sup> erwähnt, dass in den von ihm untersuchten Basaltgesteinen des südlichen Bakony die Titaneisenlamellen je nach der grösseren oder geringeren Dicke mit dunklerer oder hellerer nelkenbrauner Farbe durchsichtig werden. Ich konnte diese Beobachtung an allen Basalten und Basaltlaven, in welchen das Titaneisen in dünnen Lamellen auftritt, wiederholen. Es ist ganz unzweifelhaft, dass hier wirklich Titaneisen und nichts Anderes vorliegt; denn man kann beobachten, dass Lamellen, welche zur Schlifffläche etwas geneigt stehen, an ihren dickeren Stellen völlig opak, an den angeschliffenen dünnen Stellen aber braun durchscheinend sind. Dass dieses Durchscheinen eine Eigenschaft der Titaneisen-substanz selbst ist und nicht etwa einem Umwandlungsproduct derselben angehört, geht aus verschiedenen Momenten hervor: Scharf sechsseitig begrenzte, dünne Täfelchen von Titaneisen sind durchscheinend; ihre Unlöslichkeit in Salzsäure schliesst eine Verwechslung mit anderen Eisenverbindungen aus; die durchscheinenden Lamellen werden auch in Präparaten beobachtet, welche keine Spur irgend einer Zersetzungserscheinung am Olivin erkennen lassen; bei Lamellen, welche theils opak sind, theils eine braune Farbe besitzen, ist diese letztere Eigenschaft nicht den randlichen Partien, die erstere dem Kern eigen, sondern der allmähliche Uebergang findet nur in einer Richtung des keilförmigen Blättchens statt.

Wenn eine sehr dünne, in ihrer ganzen Ausdehnung durchscheinende Titaneisenlamelle zur Schlifffläche ziemlich, aber nicht völlig senkrecht gelegen ist, so dass man sie durch Auf- und Abwärtsbewegung der Mikrometerschraube übersehen kann, dann ist zwar die Möglichkeit gegeben, die Dicke dieser Lamellen annähernd zu bestimmen, indem der Querschnitt als eine dunkle Linie scharf hervortritt; exacte Messungen sind indessen bei dieser grossen Dünne kaum mehr auszuführen; ich schätze die Dicke der mit chocoladebrauner Farbe durchscheinenden Titaneisenlamellen auf 0.0005 Millimeter. Diejenigen, welche mit einer hellbraunen Farbe durchsichtig werden und häufiger zwischen den Plagioklaslamellen eingeschaltet sind, als dass sie mit diesem Farbenton in der Grundmasse auftreten, müssen natürlich eine noch weit geringere Ausdehnung in

<sup>1)</sup> l. c. pag. 201.



der Dicke besitzen, für welche eine Schätzung auszuführen ein müßiges Vergnügen wäre.

Uebrigens beobachtete schon G. Rose<sup>1)</sup> 1869, woran hier erinnert werden möge, dass die mikroskopischen Krystallausscheidungen des Titaneisens in der Boraxperle mit braunrother Farbe durchsichtig sind.

Es ist mir nicht bekannt, dass seit jener Angabe Hofmann's die Durchsichtigkeit des Titaneisens, welche ein treffliches Merkmal zur Unterscheidung vom Magneteisen abgibt, von irgend welcher Seite bestätigt worden sei. Es ist dies erwähnenswerth, da diese Beobachtung nicht etwa allein an den Basalten des südlichen Bakony oder Syriens, sondern auch an unseren heimischen Gesteinen, z. B. dem Feldspathbasalt des Meissner, gemacht werden kann. Sehr wahrscheinlich ist es, dass die Pellucidität des Titaneisens von Manchem beobachtet, aber nicht in der richtigen Weise gedeutet wurde. Dies scheint mir z. B. der Fall zu sein bei der Beschreibung des Basaltes von Ban durch Hussak<sup>2)</sup>, worin sich folgende Stelle findet: „Zahlreich und gleichmässig vertheilt finden sich zwischen den Gemengtheilen unregelmässige, wie zerhackte, winzige Blättchen, Fäden und Schnüre eines impelluciden Erzes, welches ich der Aehnlichkeit mit dem Vorkommen des Titaneisens in Anamesiten und Doleriten und der Unlöslichkeit in kalter concentrirter Salzsäure wegen für Titaneisen halte. Dasselbe ist stets frisch; ein geringer Theil dieser Blättchen wird aber braun oder violettbraun durchsichtig und ist wohl Eisenglanz.“ Eine Prüfung des Verhaltens gegen heisse Salzsäure würde sofort ergeben, ob hier Eisenglanz oder pellucides Titaneisen vorliegt.

In den schon oben, wegen des ausserordentlichen Reichthums der Olivine an Magneteisen erwähnten Basalten von Garâret el-Kibtje und vom Tell Sfêch tritt ein bisher noch nicht beobachteter Gemengtheil auf. Jene Basalte besitzen porphyrische Ausscheidungen von Olivin, Augit und nur sehr spärlichem Plagioklas. U. d. M. erblickt man eine sehr feinkörnige Grundmasse, die sich aus Plagioklasleisten, lichtbraunen Augitkrystallen, sehr massenhaften schwarzen Erzkörnern, einer sehr zurücktretenden, rostbraunen Basis und — last not least

<sup>1)</sup> Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1869, pag. 356.

<sup>2)</sup> Basalt und Tuff von Ban im Baranyer Comitât. Diese Mittheil. 1883. N. F. V, pag. 289.

— aus Kryställchen von goldgelber, bei sehr grosser Dünne weingelber Farbe zusammensetzt. Letztere verdienen ein besonderes Interesse. Sie treten in zwei Formen auf. Einerseits liegen säulenförmige oder rechteckige Kryställchen als ein selbstständiger Gemengtheil in der Grundmasse eingestreut; die Säulen erscheinen am Ende gerade oder schief abgestutzt, sind zuweilen auch abgerundet. Von extremen Fällen abgesehen, besitzen die Krystalle meist eine durchschnittliche Länge von 0.05 Millimeter; an geeigneten Stellen des Präparates lassen sie sich bis zu einer solchen Kleinheit verfolgen, dass die Seitenlänge dieser rechteckigen Formen nicht mehr als 0.001 Millimeter beträgt. Andererseits treten nun in Verbindung mit den grösseren Erzkörnern sehr kleine goldgelbe Körner auf, die förmlich aus dem Erz hervorzuspriessen scheinen. Da man zuweilen auch innerhalb des schwarzen Erzkornes eine Partie gelb durchblitzen sieht, so ist die Annahme einer blossen Attractionsercheinung zwischen dem opaken Erz und den gelben Körnern ausgeschlossen. Diese sind vielmehr ein Umwandlungsproduct jener. Betrachtet man einen mit Salzsäure geätzten Schliff, so beobachtet man, dass die grösseren Erzkörner ihre Opacität verlieren und mit einer schmutzig gelben Farbe durchscheinend werden, mit einer Farbe also, welche den aus der früher schwarzen Substanz hervorspriessenden Körnern in gewissem Masse ähnlich ist. Ausserdem bemerkt man noch, dass auch ein Theil der kleinen schwarzen Erzkörner der Grundmasse, welche man im ungeätzten Schliff ohne Rückhalt sämmtlich für Magnetit ansehen würde, nicht gelöst wurde, und dass auch diese nun mit gelblicher Farbe durchscheinen. Hier herrscht aber ein Unterschied zwischen den beiden Gesteinen. Während im Basalt des Tell Sfëch nur ein kleiner Theil der kleinen Erzpartikel ungelöst bleibt, ist dies bei dem Basalt von Garâret el-Kiblîje bei der überwiegenden Mehrzahl der Fall. Es gibt sich dieser Unterschied schon bei der makroskopischen Betrachtung der Präparate zu erkennen: das erstere Gestein wird durch die Salzsäure stark gebleicht; bei dem zweiten ist dies nur in viel geringerem Masse der Fall.

Dies sind die beiden Erscheinungsweisen der gelben Kryställchen und Körner, die allem Anscheine nach derselben Mineralspecies angehören. Da jene langen Kryställchen auch an den denkbar dünnsten Stellen der Präparate stets noch von anderen Gemengtheilen über- oder unterlagert werden, so kann man die Art und Weise der

Auslöschung nur an denjenigen Individuen studiren, welche während des Präparirens der Schliffe aus dem Gesteinsgewebe sich lösten und in die Hohlräume oder an den Rand zu liegen kamen. Diese zeigen stets eine gerade Auslöschung. Da dieses Moment, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Gestalt, nur auf ein tetragonales oder rhombisches Mineral hinweist, da die Kryställchen ferner, von der etwas namhafteren Grösse abgesehen, mit den Rutilen der krystallinischen Schiefer eine sehr grosse Aehnlichkeit aufweisen, die sich besonders in der charakteristischen Farbe kundgibt, so musste meine anfängliche Diagnose auf Rutil lauten. Um so überraschender war es, dass Isolirungsversuche mit Flusssäure negativ ausfielen. Rutil war somit ausgeschlossen. Um trotzdem diese Kryställchen leibhaftig, von den übrigen Basaltgemengtheilen gesondert, zu erhalten, schlug ich folgendes, ein wenig modificirte Verfahren der Isolirung mit *HFl* ein. Man pulverisirt das Gestein ziemlich fein, setzt das in einer Platinschale befindliche Pulver einige Zeit der Einwirkung heisser *HCl* aus, um das Magneteisen zu lösen und den Olivin zu zersetzen, gibt nun verdünnte *HFl* zu, dampft auf dem Wasserbade ab, jedoch nicht bis zur Trockne, sondern nur ungefähr eine Viertelstunde lang. Man verdünnt nun stark mit Wasser, lässt erkalten und absitzen, giesst die überstehende Flüssigkeit vorsichtig ab, kocht die restirenden Substanzen mit Wasser, dem man ein wenig *HCl* zusetzt und lässt nun längere Zeit stehen, bis sich ein feines bräunliches Pulver zu Boden gesetzt hat. Sollten sich noch grössere unzersetzte Gesteinskörnchen darunter befinden, so trennt man dieselben durch Decantiren, da sie schneller zu Boden sinken, als die äusserst kleinen gelben Kryställchen. Das Pulver, welches ich durch dieses Isolirungsverfahren erhielt, bestand, wie die mikroskopische Prüfung ergab, ungefähr zur einen Hälfte aus den gelben Kryställchen, zur anderen aus winzigen angegriffenen Rückständen von Augit und Plagioklas. Erstere zeigen z. Th. in Einbuchtungen die Spuren der lösenden Wirkung der Flusssäure; viele sind aber auch noch völlig intact und stellen diejenigen Individuen dar, welche am kürzesten der Flusssäure ausgesetzt waren, da sie erst spät von den umhüllenden Substanzen befreit wurden.

An diesem isolirten Material erkennt man nun sofort, dass die betreffenden Kryställchen eine sehr dünne, lamellare Gestalt besitzen. Eine Probe, in der Phosphorsalzperle geschmolzen, gibt ein

braunrothes, auf Zusatz von Zinn violettes Glas, ein Beweis der Anwesenheit von Eisen und Titan. Letzteres kann nicht auf die verunreinigenden Augit- und Plagioklasreste zurückgeführt werden. Eine andere Probe wurde mit  $KHSO_4$  aufgeschlossen. Die in Wasser gelöste Schmelze ergab mit Wasserstoffsuperoxyd die für Titan sehr charakteristische rothbraune Färbung; desgleichen die zuvor dargestellte violette Phosphorsalzperle.

Wenn man behufs der Diagnose dieser gelben Kryställchen unter den uns bekannten Titanmineralien Umschau hält, so kann nur der von A. Koch<sup>1)</sup> entdeckte Pseudobrookit in Frage kommen, welcher auf Klüften des Gesteines vom Aranyer Berg in Siebenbürgen auftritt, das nach Koch ein Augit-Andesit, nach Krenner<sup>2)</sup> ein Hypersthen-Trachyt ist. In der mineralogischen Sammlung der Universität Leipzig wird ein Handstück dieses Trachytes aufbewahrt, das mir Herr Geh. Bergrath Prof. Dr. Zirkel bereitwilligst zur Verfügung stellte. Es ist ein sehr feinkörniges, röthlichgraues Gestein, in welchem man mit blossen Auge stark metallglänzende, schwarze Täfelchen von Pseudobrookit und kleine rothbraune Kryställchen von Augit bemerkt. Unter den von Koch unterschiedenen drei „Habitus-Formen“ des Gesteines entspricht es wohl der dritten Varietät. Da sich genannter Autor in der mikroskopischen Untersuchung dieser Gesteinsart auf die Angabe beschränkt, dass „hie und da in durchfallendem Lichte hyacinthrothe, in reflectirtem Lichte aber braune, metaldiamantglänzende Kryställchen von Pseudobrookit“<sup>3)</sup> vorkommen, so sei es mir gestattet, auf die mikroskopische Charakteristik genannten Minerals mit kurzen Worten einzugehen.

Der Pseudobrookit tritt in meinen Präparaten keineswegs so selten auf, wie dies nach der oben citirten Angabe Koch's scheinen könnte. Die Durchschnitte besitzen meist eine unregelmässige Gestalt; seltener sind sie von parallelen Flächenpaaren begrenzt. Die Farbe der dickeren Individuen ist dunkelrothbraun, mit grösser werdender Dünne geht sie in Rothgelb und schliesslich in dasselbe Goldgelb über, welches den oben beschriebenen Kryställchen aus den Basalten des Tell Sfêch und Garâret el-Kibljê eigen ist. Letztere

<sup>1)</sup> Neue Minerale aus dem Andesit des Aranyer Berges in Siebenbürgen. Diese Mittheil. 1878, pag. 331 ff.

<sup>2)</sup> Ueber den Szaboit. Zeitschr. für Krystallogr. IX, 1884, pag. 263.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 336.

Farbe ist besonders dann gut ersichtlich, wenn von einem Korn dünne lamellenartige Fortsätze ausgehen. Die Spaltbarkeit ist in den dickeren Individuen wegen der ungenügenden Durchsichtigkeit nur schlecht wahrnehmbar; man erkennt meist nur unregelmässige Sprünge: an den dünnen Lamellen beobachtet man zuweilen transversale Querrisse. Ausser diesen grösseren, dickeren Partien von Pseudobrookit treten nun aber, wenn auch seltener, noch kleine säulenförmige und tafelartige Kryställchen von goldgelber Farbe auf. Diese gleichen einestheils den dünnen lamellenartigen Fortsätzen der grösseren Pseudobrookitkörner, andernteils jenen goldgelben Kryställchen aus den syrischen Basalten so auffallend in Gestalt und Farbe, dass an der Identität dieser drei Gebilde nicht gezweifelt werden kann. Bei der Isolirung des Pseudobrookits aus dem Gesteine des Aranyer Berges muss man, da er in Flusssäure nicht unlöslich ist, dieselbe Vorsicht gebrauchen, wie oben erwähnt wurde. Da man es aber hier mit bedeutend grösseren Individuen zu thun hat, so kann man die Flusssäure länger einwirken lassen und in Folge dessen ein relativ viel reineres Material erhalten.

Es ergibt sich somit, dass die goldgelben Kryställchen der genannten syrischen Basalte dem Pseudobrookit zuzuweisen sind. Ich muss aber besonders betonen, dass diese Diagnose sich völlig auf diejenige A. Koch's stützt, dass sie mit dieser steht und fällt. Da dieser Forscher wegen sehr geringen Materials nur eine unvollständige Analyse auszuführen im Stande war, da insbesondere die Oxydationsstufe des Eisens nicht bestimmt werden konnte, so ist der Dimorphismus der Titaneisen-Substanz, welcher aus der dem Pseudobrookit zugeschriebenen chemischen Zusammensetzung gefolgert wurde, noch nicht als völlig erwiesen zu erachten. Es wäre sehr wünschenswerth, dass eine wiederholte Untersuchung dieses Mineralen ausgeführt würde.

Ein ferneres Vorkommen von Pseudobrookit begegnet uns in dem Basalt des Tell Guwêlin, und zwar in den gelben, cylindrisch-canalarartigen, zersetzten Partien, deren mikroskopische Zusammensetzung bereits oben (pag. 499) beschrieben wurde. In dem weissen, schwach matt polarisirenden Grundteig sind hier ausser den gelben Augit- und Epidotkryställchen noch grössere Körner von einer dunkelfeuerrothen Farbe gelegen. Es ist diese Farbe von einem so charakteristischen Tone, dass man bei dem blossen Anblick dieser Gebilde keinen Augenblick im Zweifel ist, dass sie identisch mit jenen

grösseren, dunkelrothen Krystallen des Trachytes vom Aranyer Berg, mit dem Pseudobrookit sind. In Salzsäure sind sie unlöslich, in Flusssäure schwer löslich. Wendet man die oben angegebene modificirte Isolirung mittelst Flusssäure an, so erhält man einen Rückstand dieser dunkelrothen Körner, welche auch hier an dünneren Stellen durch eine völlig rutilartige Farbe in Goldgelb übergehen und von dem aus dem Trachyt isolirten Material nicht unterschieden werden können.

Wenn oben (pag. 500) gesagt wurde, dass in der zersetzten Basaltpartie die schwarzen Erzkörner völlig verschwunden seien, so ist dies so zu verstehen, dass zwar kein opakes Erz mehr wahrzunehmen ist, dass aber wohl noch kleine Körner, in Form und Gestalt dem Magnetit völlig gleich, vorhanden sind, die ebenso wie die grossen Pseudobrookitkörner mit rother Farbe durchscheinen und diesem Mineral zuzuzählen sind. An verschiedenen Stellen des Handstücks ist ihre Häufigkeit eine sehr wechselnde. In einem Präparat nur vereinzelt, treten sie in anderen so massenhaft auf (besonders an Stellen ausserhalb der gelben Zersetzungspartie, welche eine erst beginnende Umwandlung erkennen lassen), dass sie fast sämtlichen Magnetit der Grundmasse ersetzen. Hierbei kommen sie oft in feinkörnigen Aggregaten vor, bei denen die rothe in eine gelbe Farbe übergeht. In diesen Regionen kann man gut beobachten, dass es die kleinen schwarzen Erzkörner der Grundmasse des Basaltes sind, welche sich in das Aggregat der gelben Körner umwandeln, eine Erscheinung, wie sie bereits in den früheren Basalten wahrgenommen werden konnte.

Es ist nun noch die Frage nach der Entstehung des Pseudobrookits zu beantworten. Man kann sich nur schwer der Vorstellung hingeben, dass die langen, lamellaren Kryställchen in den Basalten des Tell Sfêch und Garâret el-Kiblîje ein secundäres Product seien. Sie liegen hier so völlig isolirt, wie ein selbstständiger Gemengtheil in der Grundmasse, dass man nicht anzugeben vermöchte, aus welchem Minerale er hervorgegangen sei. Und doch tritt in denselben Basalten der Pseudobrookit noch in einer Art und Weise auf, bei der man keinen Augenblick im Zweifel bleibt, dass hier ein secundärer Process im Spiele ist. Trotzdem kann man hier nicht an die gewöhnlichen Ursachen einer Zersetzungserscheinung, an die Einwirkungen der Atmosphärien denken, weil die übrigen Basalt-

gemengtheile, insbesondere der Olivin, eine möglichst denkbare Frische noch besitzen. Titanhaltiges Magneteisen oder Titaneisen selbst wäre aber doch gewiss nicht die erste Substanz, welche der Zersetzung durch kohlensäurehaltiges Wasser anheimfiele. Es liegt in diesem verschiedenen Auftreten des Pseudobrookits der beiden zuerst beschriebenen Basalte ein Gegensatz, den ich mir leider noch nicht zu erklären vermag.

Mehr Anhaltspunkte besitzen wir bei dem Basalt des Tell Guwêlin. Hier erscheint der Pseudobrookit nur in den zersetzten Partien, ist somit in evidenten Weise ein secundäres Mineral. Betrachten wir uns aber diese Stellen nochmals näher. Sie unterscheiden sich von dem frischen schwarzen Basalt sowohl in makroskopischer als mikroskopischer Hinsicht in einer so auffallenden Weise, dass man kaum an einen durch die Tagewässer verursachten Zersetzungs Vorgang glauben kann. Es wäre bei dieser Annahme der ausserordentlich schnelle und schroffe Uebergang aus dem frischen in den zersetzten Basalt, sowie das Auftreten der zersetzten Partien innerhalb des frischen Basaltes nicht zu verstehen. Koch<sup>1)</sup> erklärt sich die Bildung des Pseudobrookits, sowie des „Szaboits“ vom Aranyer Berg durch die Einwirkung von Fumarolen auf das ursprüngliche Gestein, „welche es zersetzend einestheils  $\text{SiO}_2$  frei machten (was auch die Ergebnisse der Analysen constatiren), andererseits dadurch auch die Moleculë der Grundmasse beweglicher machten, wodurch vollkommener Krystallisation und Neubildung von Mineralien stattfinden konnte“. Krenner<sup>2)</sup> tritt der Ansicht Koch's, dass dieses Mineral ein Sublimationsproduct sei, entgegen und erklärt es für einen einfachen, in der Grundmasse des Gesteines eingebetteten Gemengtheil. Desgleichen erachtet Thüra ch<sup>3)</sup>, welcher den Pseudobrookit im Zersetzungsschutte einzelner Gesteine auffand, die Annahme von Fumarolen für die von ihm beschriebenen Vorkommnisse als unnöthig und glaubt, dass der Pseudobrookit ein bei der durch die gewöhnlichen Atmosphärien bewirkten Zersetzung der Gesteine entstandenes secundäres Product sei. Sollte nun aber in der Hypothese Koch's vielleicht doch ein Körnchen Wahrheit liegen? Sollte

<sup>1)</sup> l. c. pag. 361.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 263.

<sup>3)</sup> Ueber das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titanmineralien in den Gesteinen. Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. 1884. N. F. Bd. 18, pag. 39.

in vergangenen Zeiten vielleicht auch im Haurân eine Fumarolenthätigkeit (Anshauchung von  $HCl$  oder  $SO_2$ ) stattgefunden und die beschriebenen, sehr merkwürdigen und in allen übrigen bekannten Basaltvorkommnissen nicht beobachteten Mineralbildungen verursacht haben? Es ist immer eine sehr missliche Sache, auf Grund der blossen Ocularinspection eines Handstückes Hypothesen über geologische Vorgänge des betreffenden Gebietes aufzustellen. Ich bin daher nicht im Stande, eine Entscheidung in der angeregten Frage zu geben. Hätte aber eine Fumarolenthätigkeit stattgefunden, dann wären die oben beschriebenen, ausserordentlich intensiven Veränderungen des Basaltes von Guwêlîn, bei welchem der Magnetit völlig verschwunden, der Olivin zerstört, der Plagioklas stark alterirt ist, ohne dass das Gestein zu einem Grus zerfiel, sondern im Gegentheil eine gewisse Härte und Compactheit bewahrte, nicht mehr eine so sehr überraschende und unerklärliche Erscheinung. Wenn Säuredämpfe, mit Wasserdämpfen gemengt, ein Gestein, welches schichtenweise porös oder sehr dicht ist, durchziehen, so muss in den porösen Partien das Magneteisen gelöst, der Olivin zersetzt und der Plagioklas angegriffen, der Augit aber im Grossen und Ganzen intact bleiben. — Dass übrigens die Wirkungen des gluthflüssigen Erdinneren in jenen syrischen Gegenden noch heute nicht völlig verschwunden sind, geht aus dem Auftreten von heissen Quellen im Flussbett des Scherîf at el-Menâdire (10 an der Zahl auf einer Strecke von  $2\frac{1}{2}$  Stunden im unteren Thale bei Hammi) und aus dem Vorkommen des sogenannten Schwefelflusses (Naher el-Mukebret) hervor, welcher „6 Stunden nordöstlich von Damaskus im Dorfe Ruhêbe rauchend zu Tage kommt, weiterhin einige Mühlen treibt, in südlicher Richtung fliessend, an den Ruinen der Stadt Maksura vorübergeht und nach einem mehr als dreistündigen Lauf in den See von 'Atêbe fällt“. <sup>1)</sup> Dass in früherer Zeit heisse Quellen an der westlichen Grenze unseres grossen Vulcangebietes (die südlichen, östlichen und nördlichen Grenzen sind noch nicht erforscht) weit verbreiteter waren, scheint aus den bedeutenden Quellabsätzen im Wadi Arab und Wadi Zahar hervorzugehen, wo heute nur kalte Quellen entspringen.

<sup>1)</sup> Vergl. Wetzstein's Bericht (Zeitschr. f. allgem. Erdkunde, 1859. N. F. 7, pag. 132); ferner Nötling's „Vorläufiger Bericht“ etc. Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1885, pag. 808.



Es dürfte nicht ohne Interesse sein, anzugeben, wo und unter welchen Verhältnissen der Pseudobrookit bisher beobachtet wurde. Ueber seine Entdeckung durch A. Koch im Trachyt des Aranyer Berges, woselbst er sowohl auf Klüften in ausgebildeten Krystallen als auch in der Grundmasse auftritt, wurde bereits mehrfach berichtet. Hierauf wurde er von Gonnard<sup>1)</sup> in dem Trachyte von Riveau grand im Mont Dore beobachtet, woselbst er zusammen mit „Szaboit“, Tridymit und Eisenglanz auftritt. Lewis<sup>2)</sup> fand ihn sodann auf dem sogenannten Spargelstein von Jumilla in Murcia. Mügge<sup>3)</sup> beschrieb Pseudobrookit aus dem Trachyt von Castello branco auf Fayal, woselbst er, wie genannter Autor vermuthet, mit „Szaboit“ vergesellschaftet ist. Dieser Pseudobrookit wird von Salzsäure „vollständig aufgelöst“, ein Verhalten, welches eigentlich gegen das Vorhandensein dieses Mineralen spricht. Thürach<sup>4)</sup> fand den Pseudobrookit im Zersetzungsschutt des Nephelinbasaltes vom Kreuzberg, eines rothen Basalttuffes und des Phonoliths vom Käuling in der Rhön. In den frischen Gesteinen vermochte er ihn nicht aufzufinden. Endlich wurde dieses Mineral noch von Törnebohm<sup>5)</sup> im Augitandesit von den Behringsinseln und von Rosenbusch<sup>6)</sup> in einem Amphibol-Andesit von Miravalles in Costarica beobachtet.

<sup>1)</sup> 57. Jahresbericht d. schlesischen Gesellsch. f. vaterländ. Cultur. 1879, pag. 176 (Bericht v. Lasaulx).

<sup>2)</sup> Proceedings of the crystallogical society. II, pag. 108. Ref. i. d. Zeitschr. f. Krystallographie. 1883, pag. 181.

<sup>3)</sup> Petrographische Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren. N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1883, II, pag. 196.

<sup>4)</sup> l. c. pag. 39.

<sup>5)</sup> Under Vega-Expeditionen insamlade bergarter. Petrografisk beskrifning. (Vega-Expeditionens vetenskapliga iakttagelser. Bd. IV, pag. 115—140.) Stockholm 1884. Ref. im Jahrb. f. Min. 1885, I, pag. 429. Törnebohm spricht hierbei die Ansicht aus, dass die bekannten braunen Einlagerungen im Hypersthen vielleicht dem Pseudobrookit angehören. Ich kann diese Vermuthung nicht theilen, da die Farbe äusserst dünner Pseudobrookitlamellen denn doch eine ganz andere ist, als diejenige der Hypersthen-Einlagerungen. Es erscheint mir viel wahrscheinlicher, dass dieselben dem Titaneisen angehören; denn sehr dünne Blättchen dieses Mineralen werden mit derselben Farbe durchsichtig, wie die Gäste des Hypersthens. Sollte sich diese Vermuthung als richtig erweisen, dann haben wir in den Einschlüssen von durchsichtigen Titaneisenlamellen im Plagioklas ein Seitenstück zu den bekannten Hypersthen-Einlagerungen.

<sup>6)</sup> Mikroskopische Physiographie der petr. wicht. Min. 2. Aufl., pag. 376.

### Apatit.

Der Apatit ist derjenige accessorische Gemengtheil, welcher in keinem der untersuchten Basalte völlig fehlt. In den dichten Varietäten tritt er allerdings in so feinen haarförmigen Nadeln auf, dass er meist nur schwer und an besonders günstigen Stellen zu erkennen ist. Bereits grössere Individuen bildet er in den Anamesiten, bei welchen er zuweilen in einer auffälligen Häufigkeit erscheint. Sie durchspicken hier in büschelförmigen oder orgelpfeifenartigen Gruppierungen den Plagioklas und die Basis. Mehrere solcher Apatitreihen durchqueren sich oft gegenseitig unter beliebigen Winkeln. In den Doleriten treten die Apatite in einzelnen Krystallnadeln von oft recht beträchtlicher Grösse auf. Zuweilen beobachtet man eine Zuspitzung der Prismen durch die Pyramide *P*, öfters treten zinkenförmige Ausfransungen auf. Nicht selten gewahrt man in den Doleriten stark gebogene, hie und da auch zerbrochene Nadeln, wobei die Ursache der Biegung oder Zerbrechung meist in dem Anstoss porphyrischer Krystalle erkannt werden kann. Die Querschnitte, welche immer deutlich, gewissermassen reliefartig aus dem Gesteinsgewebe hervortreten, zeigen nicht immer ein tadelloses Hexagon, sondern besitzen öfters ruinenartige Einzackungen. Liegen Längsschnitte von derart aufgebauten Krystallen vor, so kann der Fall eintreten, dass man zwei oder mehrere von einander getrennte Apatitnadeln beobachtet, welche ursprünglich einem Krystall angehören. Die für den Apatit charakteristischen, parallel der Hauptaxe und in der Mitte oder auch excentrisch gelegenen Einschlüsse von staubiger Materie sind recht häufig. Zuweilen tritt aber an Stelle derselben ein Glaseinschluss oder hohler Cylinder, dessen Durchmesser in einem Falle ein Drittel von demjenigen des ganzen Apatitquerschnittes beträgt.

Von recht verschiedener Grösse erscheint der Apatit im Basalt von 'Ijûn bei Salchat. Einerseits durchspicken hier lange Nadeln alle Gemengtheile der Grundmasse, theilweise auch die porphyrischen Krystalle, andererseits treten in der Grundmasse noch grössere Individuen von Apatit auf, deren durchschnittlicher Diameter 0.04 Millimeter beträgt. Sie stellen die älteren Krystalle dar, denn sie kommen selbst im Olivin als Einschlüsse vor, der von den dünnen Apatitnadeln nicht oder nur in seinen äussersten Partien durchspickt wird. Hier nahm also mit der immer weiter vorschreitenden Auskrystallisierung des Magmas die Grösse der Apatite stetig ab. Kleine Glaseinschlüsse

mit Magnetit und Mikrolithen sind in jenen grösseren Individuen nicht allzu selten.

Ein den Basalten sonst fremdartiges Auftreten besitzt der Apatit in dem als lose Blöcke am Tell Sfêch vorkommenden Hornblende-basalt. Er lässt hier einen entschieden mikroporphyrartigen Charakter erkennen. Die Krystalle zeigen eine mehr gedrungene Gestalt; die Länge wiegt nicht so übermässig über die Breite vor, wie dies bei den basaltischen Apatiten sonst die Regel ist. Es wurden Längsschnitte bis 0·8 Millimeter und Querschnitte bis 0·2 Millimeter beobachtet. In den meisten Fällen besitzen sie die Combination  $\infty P. P$ , denen sich zuweilen noch  $OP$  zugesellt; seltener tritt die Combination  $\infty P. OP$  auf. Die Krystalle zeigen die charakteristisch matt bläuliche Polarisationsfarbe, eine wellig unebene Schliffoberfläche und eine unvollkommene basische Ablösung. An einzelnen Individuen konnte man beobachten, dass sie nicht in ihrer ganzen Ausdehnung das gleiche optische Verhalten zeigen; es kommt nämlich vor, dass in Längsschnitten der Kern eines solchen Apatitkrystalles eine hellere Polarisationsfarbe besitzt, als die äussere Hülle, oder dass in einem Krystall verschiedene Partien von abweichender Polarisationsfarbe auftreten. In der Auslöschungsrichtung können natürlich bei einem hexagonalen Krystall keine Unterschiede herrschen. Man wird kaum fehlgehen, wenn man diese Thatsache auf eine analoge Weise erklärt, wie dies mit den entsprechenden Erscheinungen bei den Augiten und Feldspathen geschieht, nämlich durch eine verschiedene chemische Zusammensetzung der abweichend polarisirenden Schichten. Da die Apatitsubstanz eine isomorphe Mischung darstellt, so ist a priori nicht ausgeschlossen, dass während des Wachstums des Krystalles die beiden Componenten sich in wechselndem Verhältnis am Aufbau betheiligen. Es wurde übrigens schon von Völker<sup>1)</sup> beobachtet, dass manche Apatitkrystalle an verschiedenen Stellen einen nicht unbeträchtlich abweichenden Chlorgehalt besitzen. Leider unterliess es aber genannter Autor, das zu den Analysen verwendete Material vorher auf seine Reinheit mikroskopisch zu untersuchen.

#### Biotit.

Der Biotit besitzt in allen Fällen einen accessorischen, aber durchaus primären Charakter. In einigen wenigen Basalten (sowohl

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1884, II, pag. 312 (Ref.).

grob- als feinkörnigen Varietäten) tritt er ziemlich reichlich in der Grundmasse auf; in den meisten Fällen jedoch ist er ein überaus spärlicher Gemengtheil. Er erscheint in unregelmässigen, gelappten Blättchen, die im Längsschnitt einen starken, zwischen hellgelb und rothbraun sich bewegenden Pleochroismus besitzen. Zuweilen umschliesst er kranzförmig das Magnet- und Titaneisen. Es ist dies eine blossе Attractionerscheinung, nicht etwa eine secundäre Bildung; denn der Biotit ist wenigstens theilweise neben dem Magnetit und Titaneisen eines der frühesten Ausscheidungsproducte aus dem basaltischen Magma (er kommt als Einschluss im Olivin vor). In dem noch flüssigen Basaltglas war also die Gelegenheit geboten, dass Glimmerblättchen in die Nähe der Erzkörner gelangten und an denselben haften blieben.

### Hornblende.

Hornblende führende Basalte sind in der untersuchten Gesteinsreihe nur durch zwei Handstücke vertreten, welche von den am Süd- abhang des Tell Sfêch umherliegenden Blöcken stammen und die sowohl makro- als mikroskopisch einen sehr verschiedenen Habitus zeigen. Das eine besitzt eine rothbraune Farbe und compacte Textur, das andere eine graue Farbe und körnig-eckige Textur. Beginnen wir mit dem ersteren. Die Hornblende tritt nur in porphyrischen Krystallen auf; nie wurde sie auch als Gemengtheil der feinkörnigen Grundmasse beobachtet. Im durchfallenden Licht besitzt sie eine rothbraune Farbe. Die Auslöschung beträgt im Maximum  $12^{\circ}$  (c : c). Penetrationen und unregelmässige Verwachsungen von Hornblende mit Hornblende kommen vor. Von heisser Salzsäure wird sie merklich angegriffen, gehört mithin einer eisenreichen Varietät an. Nur sehr selten begegnet man krystallographisch scharf begrenzten Individuen (in Querschnitten  $\infty P. \infty P\infty$ ); viel häufiger treten rundliche, elliptische, auch eckige Körner auf. Wurde die Hornblende zufällig nahe an ihrer Oberfläche angeschliffen, so bemerkt man einen vielfach zerlappten Durchschnitt, bei welchem man mit besonderer Deutlichkeit diejenigen Erscheinungen beobachten kann, welche auf eine stattgehabte Einwirkung des Magmas zurückgeführt werden.

Mit wenig Ausnahmen sind die Hornblendeindividuen von einer dunklen Zone umgeben, welche in sehr dünnen Präparaten, die allerdings infolge des leichten Herausbrechens der Hornblende während der mechanischen Manipulationen nur schwer herstellbar

sind, sich in ein Haufwerk von kleinen, länglichen Kryställchen auflöst, mehr oder weniger untermischt mit opaken Körnern. Erstere sind stellenweise parallel gelagert: sie besitzen einen ziemlich starken Pleochroismus, der sich in den extremsten Fällen zwischen schmutzig dunkelgrün und braunschwarz bewegt. An günstigen Stellen kann man eine pyramidale Zuspitzung der leistenförmigen Längsschnitte erkennen, während die Querschnitte immer eine ziemlich rechteckige Gestalt besitzen. Die Auslöschung wurde im Maximum zu circa  $25^{\circ}$  gemessen. Die Dicke der Neubildungszonen beträgt im Mittel nur 0.3 Millimeter; dieselben verlieren sich entweder allmählig in die Grundmasse des Basaltes, oder man beobachtet in grösserer Entfernung noch einen undeutlichen Kranz von Erzkörnern, der die ursprünglichen Conturen des Hornblendekrystalles verräth. Wenn zufällig die Neubildungszone nicht quer, sondern in ihrer Längs- und Breitenerstreckung durchschnitten wurde, so bemerkt man, dass die kleinen, länglichen, pleochroitischen Kryställchen nicht das einzige Mineral sind, welches sein Dasein der partiellen Einschmelzung der Hornblende durch das basaltische Magma verdankt. Sie liegen nämlich in einer farblosen, eine Art Grundteig bildenden Substanz, welche eine bläuliche Polarisationsfarbe und eine schwach uneben wellige Schliffoberfläche besitzt. Auf Grund dieser wenig charakteristischen Merkmale war es mir nicht möglich, diese Substanz mit einem bestimmten Mineral zu identificiren. Sie ist möglicherweise identisch mit der von Sommerlad<sup>1)</sup> beobachteten anisotropen, hellen, von Salzsäure unangreifbaren Substanz, welche die Hornblende von der Grundmasse einiger Basalte trennt.

Dieselbe Schwierigkeit stellt sich der Diagnose der erwähnten prismatischen, neugebildeten Kryställchen entgegen. Man kann sie entweder für stark pleochroitische Augite oder für Hornblendekryställchen mit sehr grosser Auslöschungsschiefe halten. Es lassen sich sowohl für als wider jede dieser beiden Annahmen Argumente anführen. Dass ersteres möglich ist, beweisen die alten Versuche Mitscherlich's, die neueren von Doelter und Hussak<sup>2)</sup>, wonach geschmolzene Hornblende als Augit erstarrt. Dass aber auch

<sup>1)</sup> Ueber Hornblende führende Basalte. N. Jahrb. f. Mineral. etc. Beilage-Bd. II, pag. 151.

<sup>2)</sup> Einwirkung geschmolzener Magmen auf Mineralien. N. Jahrb. f. Miner. etc. 1884, Bd. I, pag. 23—25.

die letztere Annahme nicht von der Hand zu weisen ist, geht aus verschiedenen, an anderen Hornblendebasalten gemachten Beobachtungen hervor. So beschreibt z. B. Sommerlad<sup>1)</sup>, dass der Rand einiger Hornblenden in „ein Haufwerk von sehr dunkelbraunen bis schwärzlichen, länglichen Stäbchen und keulenförmigen Körperchen und Magnetitkörnern aufgelöst sei“; erstere sind dichroitisch, an sehr dünnen Stellen gelbbraun und besitzen eine Auslöschungsschiefe von nahezu 15°, sind demnach Hornblende. Trotz der grossen Auslöschungsschiefe ist es mir wahrscheinlicher, dass die am Rande der Hornblende befindlichen Kryställchen des syrischen Basaltes, besonders mit Rücksicht auf den starken Pleochroismus, nicht neugebildeter Augit, sondern Hornblende sind. Recht auffällig ist die Thatsache, dass einige wenige Hornblendekrystalle die schwarze Umrandung gar nicht besitzen, eine Erscheinung, die in gleicher Weise Sommerlad<sup>2)</sup> beobachtete.

Bei dem zweiten Hornblende führenden, grauen, eckig körnigen Basalt wird unser Interesse besonders von den Neubildungsproducten in Anspruch genommen, welche ihr Dasein der Einwirkung des Magmas auf die Hornblende verdanken. Von der ursprünglichen Hornblendesubstanz ist meist nur sehr wenig oder nichts mehr bemerkbar, und eine Versammlung von verschiedenartigen Neubildungen ist an ihre Stelle getreten. Es sind dies folgende: 1. Stab-, blatt- oder keulenförmige Hornblendeindividuen mit starkem, zwischen dunkel- und hellbraun sich bewegendem Pleochroismus, wie sie Sommerlad beschreibt und abbildet. 2. Augitkryställchen, die im Gegensatz zu den hellbraunen Augiten der basaltischen Grundmasse eine in's Violette spielende Farbe besitzen. Die innerhalb des Raumes des ursprünglichen Hornblendekrystalles neugebildeten Augite löschen entweder sämtlich oder wenigstens in grösseren Gruppen gleichzeitig aus. 3. Zahlreiche säulenförmige, je nach der Dicke gelbrothe bis gelbe Kryställchen mit gerader Auslöschung. Die röthliche Polarisationsfarbe unterscheidet sich von der Eigenfarbe der Krystalle nur wenig. Schon durch die Einwirkung von kalter, verdünnter Salzsäure verschwindet die Farbe und die Individuen werden zersetzt. Diese Charaktere genügen aber nicht, um die Natur dieses neugebildeten Mineralen

---

<sup>1)</sup> l. c. pag. 17.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 15.

zu erkennen. 4. Magneteisen. 5. Eine weisse, in Hintergrund tretende Zwischenklemmungsmasse mit bläulicher Polarisationsfarbe.

Recht bemerkenswerth ist das Auftreten sowohl von Hornblende als auch von Augit, als neue Erstarrungsproducte der eingeschmolzenen Hornblendesubstanz.

Wichtig für die Genesis der Hornblende dieser beiden Basalte sind die Einschlüsse von Apatit, derselben dicken und verhältnismässig kurzen Krystalle, welche aus der Grundmasse des Basaltes mikroporphyrartig hervortreten. Es wird hierdurch unwiderleglich bewiesen, dass die Hornblende als eine Ausscheidung aus dem basaltischen Magma und nicht als fremde, bei der Eruption eingehüllte Bestandtheile anderer Felsarten zu betrachten ist.

#### Basis.

Die Basis erscheint vorzugsweise in zwei Gestalten: einmal als eine zwischen die grösseren Krystalle der Anamesite und Dolerite gedrängte, farblose Masse, zum anderen in den dichten Basalten als ein gelber bis sepiabrauner, deutlich in die Augen fallender Antheil der Grundmasse. Im ersteren Falle ist sie meist nur schwer erkennbar, tritt aber dann in den mit Salzsäure geätzten Schliffen infolge ihrer leichten Angreifbarkeit sehr deutlich zu Tage und gibt sich hierbei oft in einer Ausdehnung zu erkennen, die man bei der Untersuchung des nicht geätzten Schliffes nicht vermuthete.

Ueber die verschiedenen Entglasungsmodalitäten der gelben oder braunen Basis, sowie über die Beziehungen zwischen dem Auftreten langer, spiessiger Augitkryställchen und der mehr oder weniger reichlichen Antheilnahme der Basis an der Zusammensetzung der Grundmasse wurde bereits in dem Capitel über die Structur der Basalte berichtet. Es mögen hier nur noch einige in ihrem Auftreten isolirt dastehende Erscheinungen erwähnt werden.

Ein bei Dâmet efaljâ am Lohf<sup>1)</sup> des Legâ-Lavaplateaus anstehender Anamesit besitzt ausnahmsweise eine nicht unbedeutend entwickelte Basis von gelber Farbe mit einem Stich in's Grünliche. Von Apatitnadeln abgesehen, ist sie völlig homogen und glasig. In ihr sind ganz unzweifelhafte, runde oder elliptische, selten gewundene Glaseinschlüsse mit einem Luftbläschen gelegen. In einem Falle umgaben zwei verschieden gefärbte, deutlich von einander abgegrenzte

<sup>1)</sup> Lohf = steile Begrenzungswand des Lavastromes.

Glaszonen das Luftbläschen. Es liegt hier somit der seltene Fall vor, dass ein isotropes Glas selbst wieder Glaseinschlüsse von abweichender Beschaffenheit enthält. In der Basis der Basalte wurde diese Erscheinung noch nicht beobachtet, wohl aber vielfach in Palagonittuffen, sowie auch von Zirkel<sup>1)</sup> in dem durch Basalt verglasten Sandstein von Ober-Ellenbach in Niederhessen und vom Oetzberg. Auch in anderen Basalten konnte ich diese Glaseinschlüsse der Basis beobachten; da dieselbe aber hier durch die verschiedenfachsten Mikrolithen, keulen- und blattförmigen Gebilde entglast ist, so treten diese Verhältnisse daselbst weniger deutlich zu Tage.

Der bei Kiswe am G. Mânî anstehende Basalt führt eine farblose Basis, die allerdings auch hier nicht leicht zu erkennen ist. Es bietet aber die Zersetzung der Basis, welche an vielen Stellen Platz gegriffen hat, ein ausgezeichnetes Mittel, welches die einstige grosse Verbreitung derselben verräth. Sie hat sich in eine grünliche, undeutlich faserige Materie mit Aggregatpolarisation umgewandelt, und man erblickt nun innerhalb dieses grünen Grundteiges die basaltischen, krystallinischen Gemengtheile in derselben Weise eingestreut, wie sie dies ursprünglich, aber in weniger ersichtlichem Masse, in dem farblosen Residuum waren.

Es verdient dieses Gestein deswegen auch speciell angeführt zu werden, weil es jedenfalls überaus selten vorkommen dürfte, dass es eine farblose Basis ist, welche sich an der Zusammensetzung des Basaltes in grösserem Masse betheilt.

#### Secretionen.

Unter den Hohlräumen der Basalte hat man bekanntlich zwei Arten zu unterscheiden; nämlich diejenigen, welche von einer glatten Wandung des Basaltes umschlossen werden, in deren Nähe die basaltischen Gemengtheile in der Regel ein kleineres Korn besitzen und ein reicheres Auftreten der Basis zu constatiren ist, beides die Folge einer durch die Nähe des Hohlraumes bedingten schnelleren Erstarrung. Hiervon völlig verschieden sind diejenigen Hohlräume, in welche die Krystalle unregelmässig hineinragen, ja innerhalb welcher Basaltgemengtheile selbst isolirt, von Infiltrationsproducten umhüllt, gelegen sind. Wenn solche unregelmässige, in das Gesteinsgewebe sich verästelnde Hohlräume im zersetzten Basalt auftreten,

<sup>1)</sup> Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Min. 1872, pag. 7.



so könnte man sie durch eine partielle Auslaugung des Basaltes erklären, wiewohl sich auch hiergegen gewichtige Einwände aufstellen lassen. Eine derartige Annahme verliert aber jeden Boden, wenn man leere Räume dieser Art auch in völlig unzersetzten Gesteinen antrifft. Es erscheint mir viel wahrscheinlicher, dass diese Hohlräume ebenso ursprünglich sind, als die gewöhnlichen, mit glasigen Wandungen versehenen Blasenräume der Laven. Worin freilich der ursächliche Grund dieser verschiedenen Ausbildungsweise zu suchen ist, dürfte nach dem heutigen Stande der Wissenschaft schwer zu erklären sein. Wir können uns nicht vermessen, schon in alle geheimen Factoren, die in der Natur bei dem Werden der eruptiven Gesteine massgebend sind, eingeweiht zu sein. So lange wir aber nicht in der Lage sind, durch Experimente den Nachweis zu führen, durch welche Momente dieser oder jener auffällige Unterschied bedingt wird, so lange scheint es mir von geringem Werthe, Hypothesen aufzustellen, für welche keine Wahrscheinlichkeitsbeweise zu erbringen sind.

Was nun die Infiltrationsproducte selbst betrifft, so dominirt in hohem Masse der Kalkspath. In vielen Fällen stellt er eine äusserst unreine Substanz dar, indem er von staubartigen schwarzen Körnchen völlig imprägnirt ist.

In der fast dichten, an Blasenräumen sehr armen Basaltlava vom Gipfel des G. Mân<sup>1</sup> ergab die mikroskopische Untersuchung das Dasein von Natrolith. Dieser erfüllt die kleinen Poren völlig und überkrustet die Wände der grösseren Hohlräume, deren Inneres sodann von Kalkspath ausgefüllt wird. Die kleinen Kryställchen ragen mit ihrem freien Ende in den Kalkspath hinein. Sie besitzen eine prismatische Gestalt mit stumpfer pyramidalen Endigung; die Querschnitte sind quadratisch, die Auslöschung ist in Längsschnitten parallel der Verticalaxe, die Polarisationsfarbe matt bläulich, Doppelbrechung sehr schwach. Diese Charaktere rechtfertigen die auf Natrolith gestellte Diagnose.

#### **Basalt im Contact mit Quarzit.**

Es wurde bereits in der Einleitung erwähnt, dass die syrischen Basalteruptionen nachcretacisch sind. Ein ausgezeichnetes Profil, welches dieses geologische Alter erweist, findet sich an den Thal-

wänden des Wadi Asch'ari. Dörrens<sup>1)</sup> schreibt hierüber Folgendes: „Das Thal dieses Flusses, welches bei dem Dorfe Asch'ari (1½ Stunden nördlich von Mzêrb) eine Tiefe von 3—400 Fuss hat, zeigt an dieser Stelle an seinem Boden in einer Höhe von 10 Fuss denselben Kieselkalkstein, dieselbe Quarzformation, welche ich am Hermon und in 'Aglûn gefunden habe, während über diese Höhe hinaus die mehrere hundert Fuss mächtigen vulcanischen Lagen beginnen. Dieselbe Erscheinung bot der südlicher gelegene Wadi Zêdi bei Der 'ât, nur dass bei ihm die vulcanische Schicht eine Mächtigkeit von nur einigen Fussen hatte.“ Die erwähnte Quarzitformation muss nun in ihrer Ausdehnung auch die Unterlage sowohl des Haurângebirges als auch des Dîret et-Tulûl bilden, da an verschiedenen Orten dieser Eruptionsbezirke Quarziteinschlüsse im Basalt vorkommen. Dieselben mögen im Folgenden eine Erwähnung finden.

Am Tell esch Scha'f, am Ostabhang des Haurân, tritt ein Anamesit auf, der hie und da die Einschlüsse enthält. Dieselben erreichen zuweilen die Grösse eines Hühnereies, sind vielfach durchklüftet und von Basaltapophysen durchdrungen. Ohne Mühe vermag man den Quarzit vom Basalt abzusprengen, und man bemerkt an der Contactfläche schon mit blossen Auge eine dünne, gelblichbraune Kruste.

Die mikroskopische Untersuchung lässt im Grossen und Ganzen ähnliche Erscheinungen erkennen, wie sie anderwärts vielfach beobachtet wurden und als Regel gelten können, aber doch auch wieder einige Verschiedenheiten, welche eine speciellere Behandlung verdienen. Der Quarzit wird von einem Kranze wirr durcheinander liegender oder pallisadenförmig angeordneter Augitkrystalle umschlossen, die hier eine braune, nicht die gewöhnliche grüne Farbe besitzen. Sind die Krystalle parallel gelagert, so stehen sie mit ihrer Längsrichtung senkrecht auf der Contactfläche und zeigen an ihrem, dem Quarzit zugekehrten Ende eine vielfache Auflösung in kleinere, krystallartige Zacken (Fig. 33). An den meisten Stellen schneidet der Augitsaum scharf am Quarzit ab, und nur vereinzelt treten Stellen auf, bei welchen die neugebildeten Krystalle in einer farblosen, isotropen Substanz gelegen sind. Dieselbe gleicht bei der Beobachtung im zerstreuten Lichte dem Quarz in Farbe, Brechungsverhältnis und

<sup>1)</sup> l. c. pag. 409.

unregelmässig verlaufenden Rissen so vollständig, dass man keine Grenze zwischen den beiden wahrzunehmen vermag. Es wird dies erst möglich durch die Untersuchung bei gekreuzten Nicols. Dass hier eine durch die partielle Einschmelzung des Quarzes entstandene isotrope Masse vorliegt, ist zweifellos. Neuerdings wurde ja auch durch die Untersuchungen A. Wichmann's<sup>1)</sup> an den Fulguriten dargethan, dass zur Schmelzung gelangte  $\text{SiO}_2$  bei rascher Abkühlung isotrop erstarrt. Man kann nun aber an demselben Quarziteinschluss, der hie und da diese isotrope Schmelzmasse zeigt, an anderen Stellen Erscheinungen beobachten, die darauf hinweisen, dass der zur Einschmelzung gelangte Quarz sich wieder krystallinisch ausschied. Es ergibt sich dies aus der Thatsache, dass in der Nähe des Augitsaumes Augitkrystalle in doppeltbrechendem Quarz gelegen sind, die sich in ihrer ganzen Erscheinungsweise — und diese ist sehr typisch — nicht im geringsten von den Augiten des neugebildeten Kranzes unterscheiden. Da im ganzen übrigen Quarziteinschluss nicht nur kein Augit von dieser Beschaffenheit, sondern überhaupt keiner auftritt, es sich hier also nicht um überhaupt unversehrten Quarz handeln kann, so ist man anzunehmen gezwungen, dass der umschliessende Quarz einst geschmolzen war, und dass in dieser zu krystallinischem Quarz sich individualisirenden Schmelzmasse der Augit ebenso auskrystallisirte, wie dies an der Contactstelle zwischen Basalt und Quarzit stattfand. Dass aus der durch Einschmelzung kieselsäurereicher Gesteinseinschlüsse entstandenen Masse die  $\text{SiO}_2$  in zweierlei Form wieder auskrystallisiren kann, nämlich als Quarz oder Tridymit, beobachtete bereits Joh. Lehmann.<sup>2)</sup>

Die in den Quarzit eindringenden Basaltapophysen zeigen ein höchst abwechslungsvolles und prächtiges Bild. Hier eine tiefdunkelbraune oder hochrothe, einen nordlichtähnlichen Anblick gewährende Basis, strahlig wedelartig oder eisblumenförmig entglast, dort siebartig von kleinsten Magnetitkörnchen durchspickt und allmählig in ein feinkörniges Gemenge von Plagioklasleisten und Augitsäulchen übergehend; an anderen Orten eine durch ausserordentlichen Magnetit-

<sup>1)</sup> Ueber Fulguriten. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1883, pag. 849.

<sup>2)</sup> Ueber die Einwirkung eines feurig-flüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse. Verh. d. nat. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westph. 1874, Bd. 31, pag. 34 u. 37; ferner: Die pyrogenen Quarze in den Laven des Niederrheines. Verh. d. nat. Verh. d. pr. Rheinl. u. Westph. 1877, Bd. 34, pag. 213 ff.

reichthum fast schwarz erscheinende Grundmasse mit nur wenigen ruinenförmigen Augit- oder Plagioklasausscheidungen, dies sind Ausbildungsweisen des basaltischen Magmas, welche sehr rasch wechseln und in einander übergehen.

Nicht alle Spalten des Quarzits wurden vom Basaltmagma injicirt; viele sind auch von Kalkspath erfüllt und müssen demnach zu einer Zeit entstanden sein, als das Magma bereits eine derartige Consistenz erlangt hatte, dass es nicht mehr im Stande war, in die bei einer unregelmässigen Contraction des Quarzites entstehenden Sprünge einzudringen.

Der Quarz selbst enthält nur spärliche, wohlerkennbare secundäre Glaseinschlüsse, dagegen eine ganz enorme Menge von zerstreut gelagerten oder in Schnüren und Strömen angeordneten Gasporen. Sie besitzen entweder eine unregelmässige Gestalt oder stellen negative Krystalle dar, erkennbar durch einen hexagonalen Umriss oder die pyramidal zugespitzte Säulenform.

Zufällig gelangten in die Präparate zweier Basalte von anderer Herkunft (Loser Block der Harra und nordwestlicher Kamm des Haurângebirges bei Abu Tumês) noch kleine, zum Theil mikroskopische Quarzeinschlüsse, welche erwähnt werden mögen, da ihre Contactzone einige Abweichungen von der soeben beschriebenen besitzt.

Im ersteren Quarzeinschluss besitzt die isotrope Schmelzmasse, welche hier eine nicht unbedeutende Ausdehnung erreicht, einen Stich in ein sehr helles Braun. Die eingebetteten, secundären Augite zeigen im Inneren vielfach Hohlräume, die sich im Querschnitt als rundliche oder dreizackähnliche Figuren, im Längsschnitt von schlauchförmiger Gestalt erweisen. Die Farbe des Augites geht von dem äusseren Rande des Kranzes nach dem Quarz hin von violettbraun in hellbraun allmählig über.

Der andere mikroskopisch kleine Quarzeinschluss besitzt eine sehr merkwürdige, anderwärts noch nicht beobachtete Contactzone. Er wird zunächst von einer farblosen, stellenweise strahligen Substanz umgeben, die schon im zerstreuten Lichte erkennen lässt, dass sie sich aus zwei verschiedenen Körpern zusammensetzt, welche infolge ihrer abweichenden Lichtbrechung sich von einander abheben. Bei gekreuzten Nicols beobachtet man eine ausgezeichnete schriftgranitartige Structur. Da die beiden Körper völlig farblos sind, so kann

hier nur eine Verwachsung von Quarz mit Feldspath vorliegen. Es hat hier augenscheinlich eine Vermischung des eingeschmolzenen Quarzes mit dem eisenarmen Basaltmagma stattgefunden, welche zu einem typischen Mikropegmatit erstarrte. Diese eigenartige Neubildungszone wird endlich von dem obligaten Augitsaum umgeben, dessen Individuen stellenweise am inneren Ende grün gefärbt sind, während sie nach aussen hin die ursprüngliche braune Farbe besitzen.

Der am Nordabhang des 'Abd Mâr bei Salchat herabgeflossene Lavastrom ist stellenweise so reich an Quarziteinschlüssen, dass man kaum ein Handstück schlagen kann, in welchem sich dieselben nicht befinden. Der Quarz besitzt hier ein milchweisses Aussehen, ist im höchsten Masse gefrittet und von bröckligem Gefüge. Die Einschlüsse sitzen so lose in der Lava, dass sie beim Anschlagen immer herauspringen und es nicht gelingt, einen Contactschliff anzufertigen. Makroskopisch erkennt man aber auch hier schon an der Contactstelle einen grünen, am Basalt anhaftenden Augitsaum. Der Quarzit ist aber insofern ausgezeichnet, als er ein völliges Maschenwerk darstellt von noch intacten, polarisierenden Quarzpartien, die von einander durch mehr oder weniger breite, isotrope Schmelzmassen getrennt sind. Sowohl jene als diese sind überaus reich an Gasporen.

Durch das am 'Abd Mâr auftretende Gipfelgestein erhält die von Joh. Lehmann<sup>1)</sup> aufgestellte Ansicht, dass die im Basalt auftretenden Angitdrusen eingeschmolzenem Quarz ihre ursächliche Entstehung verdanken, eine hübsche Bestätigung. Hier gewahrt man weder makroskopisch, noch mikroskopisch in dem durch prächtige grüne Angitdrusen ausgezeichneten Basalt noch Quarzüeberreste. Der Quarzit, welcher hier der Einwirkung des basaltischen Magmas jedenfalls längere Zeit ausgesetzt war, als der im Gesteine des Abhanges auftretende, ist völlig verschwunden und seine Kieselsäure haben wir in den zahlreichen grünen Angitkrystallen der Drusen zu suchen.

### Palagonittuffe.

Weit im Osten von Dîret et-Tulûl liegt der G. Sês, ein sich circa 60 Meter über dem Lavaplateau erhebender Eruptionskrater. An seinem Südabhange lässt sich ein höchst merkwürdiges Profil erkennen. Der ganze Kegel wird von Tuffen aufgebaut, welche von

<sup>1)</sup> l. c. Bd. 31, pag. 16.

einer nur metermächtigen Lavadecke überzogen werden. Diese Decke schneidet an dem steilen Abhange ab und keine Spur ihrer einstigen weiteren Verbreitung ist mehr wahrzunehmen. Die geschichteten Tuffe aber gehören durchgehends dem Typus der Palagonittuffe an.

Die zur Untersuchung gelangten, von verschiedenen Stellen des Bergkegels geschlagenen Proben besitzen makroskopisch ein ziemlich verschiedenes Aussehen. Bei den einen liegen glasglänzende, blasenreiche, pechschwarze Sideromelankörner, welche die Grösse einer Bohne erreichen, in einer braungelben, chocolatebraunen oder fleischrothen, dichten Verkittungsmasse, die Sartorius von Waltershausen mit dem Namen Palagonit belegte, die aber keine selbstständige Substanz ist, sondern aus einem fest zusammengebackenen Gemenge von sehr kleinen, frischen und verschieden weit zersetzten Sideromelankörnchen, mikroskopischen Olivinsplitterchen und secundären Infiltrationsproducten besteht. Die Sideromelanfragmente sind von einer mehr oder weniger dicken Zone des bekannten goldgelben bis kupferrothen Zersetzungsproductes umgeben. Ausser diesen Bruchstücken von Basaltglas gewahrt man noch zahlreiche Krystalle und Fragmente von weingelbem bis grünlichem Olivin. Diese Tuffe besitzen eine grosse Aehnlichkeit mit den typischen Palagonittuffen Islands. Beim Anschlagen mit dem Hammer zerspringen sie in mehr oder weniger cubische Stücke. Andere Tuffe besitzen ein graues oder strohgelbes Aussehen, haben eine erdige Beschaffenheit, sind leicht zerreiblich. Sie unterscheiden sich von den ersteren dadurch, dass bei ihnen die Zersetzung der Sideromelankörner und die Verfestigung derselben durch infiltrirte secundäre Mineralien noch nicht in der Masse stattgefunden hat, wie dies bei jenen der Fall ist.

Makroskopisch gewahrt man nur an manchen Stellen weisse Bänder von Kalkspath oder Zeolithen; ebenso fremdartige schwarze Basaltfragmente und Bruchstücke eines grauen, dichten, harten, u. d. M. sandsteinähnlichen Gesteines. Wie bei allen Palagonittuffen, so wird auch hier der äusserst blasenreiche Sideromelan mit rehbrauner Farbe durchsichtig und ist von einer mehr oder weniger breiten Zone des goldgelben bis morgenrothen Zersetzungsproductes umgeben, wobei die beiden Extreme: vollständige Umwandlung und völlige Frische des Basaltglases, nicht ausgeschlossen sind. Die Zersetzung geht sowohl vom Rande als auch von den Luftporen aus vor sich. Es dringen zuerst fadenförmige, gelbe oder rothe Ausläufer

in den Sideromelan ein, durchziehen ihn gewebeartig, worauf dann allmählig die völlige Umwandlung in die gelbe Substanz folgt. Diese zeigt bei starken Vergrösserungen am häufigsten eine gekräuselte, wellig unebene, seltener eine völlig glatte Schliffoberfläche. In beiden Fällen ist aber das gelbe Zersetzungsproduct vollkommen isotrop. Bei der Prüfung auf dieses Verhalten darf man jedoch die Vorsichtsmassregel nicht ausser Acht lassen, das reflectirte Licht abzublenden. Denn in dem Falle, dass dieses unterlassen wird, zeigen alle Partien einen schwachgelben Lichtschimmer, den man leicht für eine Polarisationsfarbe halten könnte. Der Umwandlungsvorgang des Sideromelans in die goldgelbe Substanz ist selbst nur ein Zwischenstadium in dem Zersetzungsprocesse dieses Basaltglases; denn bei den in der Umbildung weit vorgeschrittenen Tuffen, bei welchen u. d. M. von dem ledergelben Sideromelan nur noch wenig oder nichts mehr sichtbar ist, bemerkt man, dass die Randpartien des gelben Kornes in ein dunkles, mit den stärksten Vergrösserungen nur schwer auflösbares Gewirre von feinsten Fäserchen oder in ein dichtes Haufwerk von Körnchen zersetzt ist. Dieses Zersetzungsproduct zeigt aber stets eine schwach goldgelbe Polarisationsfarbe, die während einer vollen Umdrehung des Objecttisches constant bleibt, da eben nicht etwa ein einzelnes Individuum, sondern ein Aggregat vorliegt.

Der braune Sideromelan wird im Schliff durch Salzsäure leicht entfärbt und gelöst; schwieriger ist dies der Fall bei dem gelben Umwandlungsproduct; am langsamsten wird die dunkle, körnige Masse zersetzt. Bei vielen Palagonittuffen, welche makroskopisch brausen, sieht man u. d. M. eine Kohlensäureentwicklung an der Grenze zwischen dem lederbraunen Basaltglas und der gelben Substanz, ohne aber selbst dann erkennbaren Kalk dort abgelagert zu finden.

Innerhalb der Sideromelanbrocken sind grosse Olivinkrystalle und -fragmente gelegen, oft dergestalt, dass das Basaltglas nur eine dünne Hülle um den Olivin bildet und dabei in alle Vertiefungen und Buchtungen desselben hineinragt. Seltener liegt der Olivin ganz isolirt innerhalb der Verkittungssubstanz. Er zeigt oft in sehr grossen Körnern nicht die geringste Spur einer Spaltbarkeit. Von Interpositionen bemerkt man häufig Magneteisen, Picotit, Glaseinschlüsse mit Bläschen, entweder farblos oder hell- bis dunkelbraun, in der Farbe nicht immer übereinstimmend mit derjenigen des Sideromelans.

Der Annahme, dass diese grossen und zahlreichen Olivine krystallinische Ausscheidungsproducte desjenigen Basaltglases seien, welches sie umhüllt, stellen sich verschiedene Schwierigkeiten entgegen, so z. B. der bedeutend grössere Reichthum des Olivins an Magnetit und Picotit im Vergleich zum Sideromelan, ferner die Einschlüsse von tief dunkelbraunem Glase im Olivin. Diese Thatsachen weisen darauf hin, dass der Entstehungsort der Olivine in einer grösseren Tiefe zu suchen ist, als der des umgebenden Glases, in einer Tiefe, in welcher infolge der grösseren specifischen Schwere der auskrystallisirten Magnetite und Picotite eine Anreicherung derselben im Magma stattgefunden hatte, so dass dem sich dort ausscheidenden Olivin die Möglichkeit geboten war, eine bedeutende Menge dieser Gäste zu beherbergen. Auch war hier die Gelegenheit vorhanden, Einschlüsse eines Glases in sich aufzunehmen, das wegen eines höheren Eisengehaltes specifisch schwerer und dunkler gefärbt ist, als der hellbraune Sideromelan. Bei der Eruption drangen nun die Olivinkrystalle durch die oberen Schichten des schmelzflüssigen Magmas und rissen Partien desselben mit fort. Bei dieser grossen mechanischen Bewegung muss eine Temperaturerhöhung stattgefunden haben, welche genügte, eine theilweise Anschmelzung der Olivine durch das flüssige Basaltglas hervorzubringen. So erklären sich wohl am einfachsten die vielfachen Einbuchtungen, sogar Durchdringungen am Olivin. Die häufigen fragmentaren Formen dieses Mineralen sind aber wohl nur dadurch entstanden, dass bei der Ejection ein intensiver Anprall der Krystalle sowohl an die Kraterwände, als auch unter sich stattfand, wobei das mitgerissene Basaltglas noch in einem derart flüssigen oder plastischen Zustand sich befand, dass es die Bruchflächen des Olivins wieder umschliessen konnte.

Als Einschlüsse und Entglasungsproducte treten im Sideromelan verschiedenfache Mineralien und krystallinische Gebilde auf. Die Magnetitkörner sind spärlich, zuweilen zu Aggregaten vereinigt. Augitkrystalle und Plagioklasleisten kommen vor, aber local in sehr verschiedener Häufigkeit; in manchen Präparaten fehlen sie fast völlig, in anderen sind sie wieder zahlreicher. Der Augit ist immer durch seine lichtbräunliche Eigenfarbe wohl erkennbar, so dass sich der Unterscheidung zwischen Olivin und Augit keine Schwierigkeiten entgegenstellen, wie dies zuweilen in anderen Tuffen der Fall ist. Bisweilen konnte ich auch kleine, reguläre, braun durchscheinende



Kryställchen wahrnehmen, die sicher als Picotit anzusprechen sind, da sie dem im Olivin eingeschlossenen Picotit in allen Beziehungen gleichen. Dieses Mineral wurde als Einschluss im Sideromelan selbst noch nicht beobachtet. Die Angabe Penck's<sup>1)</sup>, dass Hussak<sup>2)</sup> im Sideromelan Picotiteinschlüsse gefunden habe, ist dahin zu modificiren, dass diese Picotite nicht im Sideromelan selbst, sondern in dem im Basaltglas gelegenen Olivin sich finden. Im Vergleich zum Magneteisen tritt der Picotit noch viel spärlicher auf; es ist aber sehr gut möglich, dass man viele Picotitkörner als Magnetit anspricht wegen der scheinbaren Impellucidität, die dadurch leicht hervorgerufen sein kann, dass bei den von brauner Glassubstanz umhüllten Krystallen die braune Eigenfarbe nicht zur Beobachtung gelangen kann.

Ausser diesen leicht zu diagnoscirenden Ausscheidungsproducten verdienen noch eine Reihe kleinerer, aber wohl ausgebildeter und scharf conturirter Kryställchen unsere Aufmerksamkeit. Zunächst fallen Kryställchen von rhombischem Habitus auf; sie zeigen bei gekreuzten Nicols eine lebhafte Polarisation mit vorherrschend weissen und gelben Farben und löschen parallel und senkrecht zu den Längskanten aus. Sie sind meist im Sideromelan völlig eingebettet. Ihre Krystallformen lassen sich ohne Zwang auf Combinationen des Olivin zurückführen. Ausserdem bemerkt man im Sideromelan noch kleine, im Präparat vom Glas allseitig umhüllte Kryställchen, die stets die Combination eines vierseitigen Prismas mit einer Pyramide gleicher Ordnung zeigen. Ihre Grösse schwankte bei 7 Messungen zwischen 0·004 und 0·018 Millimeter in der Richtung der Nebenaxe, zwischen 0·007 und 0·02 Millimeter in der Richtung der Längsaxe. Seltener ist das Prisma nicht ausgebildet und nur eine Pyramide allein entwickelt. Dass diese beiden, verschiedenfach begrenzten Gebilde derselben Mineralspecies angehören, geht aus ihrer ganzen Erscheinungsweise, der übereinstimmenden Lichtbrechung und den Polarisationsfarben hervor. Letztere gleichen aber denjenigen nahe gelegener, kleiner typischer Olivine so vollkommen, dass ich sie mit diesem Minerale identificiren möchte, trotz der merkwürdigen, an makroskopischen Krystallen noch nicht beobachteten Combination. Diese Diagnose, welche durch die wellige Beschaffenheit der bei einigen

<sup>1)</sup> Ueber Palagonit- und Basalttuffe. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1879, pag. 536.

<sup>2)</sup> Die basaltischen Laven der Eifel. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1878, Bd. 77, I, pag. 352.

grösseren Kryställchen angeschliffenen Oberfläche eine weitere Stütze erhält, beruht freilich nur auf grosser Wahrscheinlichkeit, nicht auf Gewissheit.

Im Sideromelan treten ferner rhombisch begrenzte, sehr dünne Lamellen auf, welche, völlig vom Basaltglas umhüllt, keinerlei Wirkung auf polarisirtes Licht ausüben. Sie besitzen eine frappante Aehnlichkeit mit den von Penck<sup>1)</sup> beschriebenen und abgebildeten, seitdem aber in basischen Gesteinsgläsern mehrfach beobachteten „rhombischen Lamellen“. Dieser Forscher deutet sie als Plagioklaskryställchen, begrenzt von  $P$  und  $\alpha$  und vorwaltendem  $M$ . Ich kann mich dieser Deutung völlig anschliessen, denn ich konnte, gleichwie Kreutz<sup>2)</sup>, unzweifelhafte Uebergänge dieser Täfelchen in typische Plagioklaskryställchen beobachten. Es treten nämlich in einigen Fällen dickere Individuen auf, welche bei gleichbleibender Gestaltung nicht mehr völlig vom Basaltglas umhüllt sind und nun ihre völlig weisse Eigenfarbe und glatte Schliifoberfläche, als auch eine Andeutung von Spaltbarkeit nach  $P$  erkennen lassen. Sie zeigen dieselben Polarisationsfarben wie typischer Plagioklas; bei der Drehung des Präparates unter gekreuzten Nicols bewegt sich ein schwarzer, verschwommener Balken über den Krystalldurchschnitt, was man bei Plagioklasindividuen, die fast parallel  $M$  geschnitten sind und nach  $P$  keine Verzwillingung erleiden, häufig beobachtet.

Aber nicht alle auftretenden „rhombischen Lamellen“ gehören dem Plagioklas an; man bemerkt, wenn auch selten, solche, bei denen der spitze Winkel im Mittel  $81^\circ$  beträgt und der stumpfe Winkel durch eine gerade Linie abgestumpft wird, wodurch schon der typische Olivinumriss zu Tage tritt. Es liegen hier nach  $\infty P \infty$  lamellar ausgebildete Olivinkryställchen vor, welche von den einen Winkel von  $81^\circ$  einschliessenden Domenflächen  $2 P \infty$  begrenzt werden, wozu bisweilen noch  $\infty P \infty$  tritt. Die lebhafte Polarisation trotz der sehr geringen Dicke und die gerade Auslöschung sind Erscheinungen, welche die auf Olivin gestellte Diagnose nur bekräftigen können.

<sup>1)</sup> Studien über lockere vulcanische Auswürflinge. Z. d. d. geol. Gesellsch. 1878, pag. 99.

<sup>2)</sup> Ueber Vesuvlaven von 1881 und 1883. Diese Mitth. 1884, pag. 139. Der hier gegebenen Zusammenstellung derjenigen Autoren, welche diese „rhombischen Lamellen“ bisher beobachtet haben, kann noch hinzugefügt werden: Hussak, Basalt und Tuff von Ban etc. Diese Mitth. 1883, pag. 289.

Im Sideromelan wurden ferner noch vereinzelte Kryställchen von Apatit beobachtet in der für die Basalte typischen langsäulenförmigen, dünnen Gestalt. Als Einschlüsse im Sideromelan wurden sie noch nicht beschrieben. Da sie in ihrer Formentwicklung durch andere Krystallausscheidungen nicht gestört wurden, so zeigen sie scharfe krystallographische Begrenzungen. Man beobachtet entweder die Combination  $\infty P.P.OP$  oder  $\infty P.\frac{1}{4}P(?)$ . Der qualitativ nachgewiesene Phosphorsäuregehalt der Palagonittuffe ist so reichlich, dass er nicht allein auf das sehr spärliche Auftreten dieser Apatitkrystalle zurückgeführt werden kann; es muss vielmehr ein Theil der Phosphorsäure noch an das Basaltglas gebunden sein.

Neben diesen mannigfachen krystallinischen Ausscheidungsproducten des Sideromelans möchte ich die vielfach auftretenden, runden oder ovalen Glaseinschlüsse mit Bläschen nicht unerwähnt lassen. Sie besitzen stets eine hellere Farbe als der Sideromelan. Auch jene schon häufig beobachteten, porenähnlichen Gebilde, welche von einem gelben, radialfaserigen Zersetzungsproduct des Basaltglases erfüllt sind und unter gekreuzten Nicols ein oft prächtiges Interferenzkreuz zeigen, sind hier im Sideromelan nicht zu vermissen.

Die Verkittungsmasse des Tuffes besteht aus verschiedenen Substanzen, obgleich die Handstücke von einem nur beschränkten Fundort stammen. In den meisten Fällen betheiligen sich zwei verschiedene Mineralien als Bindemittel. In einem in der Zersetzung schon ziemlich weit vorgeschrittenen Tuffe tritt als Bindemittel ein graues, äusserst feinfilziges Mineral mit schwacher Aggregatpolarisation auf; von Salzsäure wird es nicht angegriffen. Es liegt jedenfalls eine kieselige Substanz vor. Innerhalb dieses secundären Infiltrationsproductes sind nun säulenförmige, an den polaren Enden nicht krystallographisch begrenzte Körner eingebettet; sie sind farblos, wasserhell, zeigen eine starke Polarisation und eine parallel den Säulenflächen orientirte Auslöschung. Sie treten aus dem umgebenden grauen Bindemittel stark hervor und werden von Salzsäure unter lebhafter  $CO_2$ -Entwicklung gelöst. Querschnitte zeigen deutlich eine pseudohexagonale Gestalt mit einem Winkel von  $116^\circ$ . Diese Charaktere genügen, um das Mineral als Aragonit zu erkennen.

In anderen Handstücken hat sich als Infiltrationsproduct den Sideromelankörnern zunächst ein Aggregat weisser, schwach bläulich polarisirender, prismatischer Krystalle abgesetzt, die mit den polaren

Enden in die Zwischenräume reichen. Wo eine freie Formausbildung nicht gehindert war, beobachtet man eine rhombische Symmetrie und die Combination der beiden Pinakoide mit einer scheinbaren Pyramide. Querschnitte besitzen eine rechteckige Gestalt; ist der Schnitt nicht völlig senkrecht zur Verticalaxe gegangen, so beobachtet man Formen, wie sie dem Phillipsit eigenthümlich sind. Diese Krystalle lassen erkennen, dass hier eine Bildung von Phillipsit stattgefunden hat, dessen Durchkreuzungszwillinge eine rhombische Symmetrie besitzen. Der innerhalb dieses Zeolithbandes gelegene Raum wird endlich von grobkörnigen, stark lichtbrechenden und scharf hervortretenden Kalkspathkörnern eingenommen.

Während die bisher erwähnten Proben der Tuffe eine mehrmassige Structur besitzen, ist anderen, direct unter der Lavadecke anstehenden Repräsentanten dieses klastischen Gesteines eine ausgezeichnete Schichtung eigen, welche durch abwechselnde Lagen feiner- und gröberkörniger Sideromelanbruchstücke hervorgerufen wird. Erstere besitzen wegen der weit vorgeschrittenen Zersetzung eine gelbe, letztere, fast noch völlig unangegriffen, eine schwarze Farbe. U. d. M. beobachtet man eine recht verschiedenartige Beschaffenheit der einzelnen Sideromelanfragmente. Während die grosse Mehrzahl derselben durch eine grosse Armuth oder den gänzlichen Mangel an krystallinischen Ausscheidungsproducten charakterisirt ist — von den grösseren Olivinfragmenten abgesehen — zeigen andere Körner des ledergelben Glases so reichliche und verschiedenartige individualisirte Mineralien und Entglasungsproducte, dass sie kaum noch als Sideromelan bezeichnet werden können. Hier erblickt man Körner fast nur erfüllt von den charakteristischen, stabförmigen, mit gablig getrennten Enden versehenen Krystalliten, die ihrerseits oft zu zierlichen kreuz- oder sternförmigen Aggregaten vereinigt sind; ihre Grösse sinkt oft unter 0.001 Millimeter herab. Dort hat eine faserförmige Entglasung stattgefunden, wobei die kleinen Fäserchen entweder zu hübschen Flocken zusammentreten und so eine Art cumulitischer Entglasung bewirken oder an den Rand der Luftporen und an grössere Krystalle geheftet sind. Anderwärts begegnet man Fragmenten des Basaltglases mit zahlreichen Ausscheidungen von kleinen, aber gut ausgebildeten Plagioklas- und Augitkryställchen, wozu bisweilen Magnetit und Picotit tritt. Die Farbe des Basaltglases ist nicht immer die gewöhnliche lederbraune; es treten auch Körner

von tief chokoladebrauner bis braunschwarzer Farbe auf, die aber dieselben goldgelben Zersetzungsänderungen zeigen, wie der typische Sideromelan.

Dieser Palagonittuff erweckt aber auch noch deswegen ein besonderes Interesse, weil in ihm Bruchstücke von allen möglichen Typen der dichten Feldspathbasalte auftreten. Während man im Präparat an manchen Stellen ein schwarzes, völlig opakes Glas von körniger Structur bemerkt, beobachtet man anderwärts, dass dasselbe bereits mikrolithisch entglast ist, und dass sich kleine Magnetitkörnchen, bisweilen in skelettartigen Aggregaten, neben feinen Plagioklasleistchen, die wie Lichtlinien durch die noch dunkelgefärbte Basis blitzen, ausgeschieden haben. Oder die schwarze Masse hat sich zu einem feinkörnigen Gemenge von Magnetitoktaëdern, Augit- und Plagioklaskrystallen, die oft an den Enden vielfach gezackt und zerschlitzt sind, individualisirt. Schliesslich gewahrt man auch gröberkörnige Partien eines Feldspathbasaltes, in welchem nun auch der Olivin als Gemengtheil auftritt. Es ist eine eigenthümliche Erscheinung bei diesen Basaltbruchstücken, dass der Olivin, in normalen Verhältnissen gewöhnlich eines der ersten Ausscheidungsproducte aus dem Magma, hier in den noch mehr oder weniger glasigen Basaltfragmenten nicht auftritt, während er in den demselben Krater entstammenden Laven einen Hauptgemengtheil bildet. Wenn die Annahme Rosenbusch's<sup>1)</sup>, wonach die in den Palagonittuffen eingeschlossenen Basaltfragmente als „Bruchstücke des Zerstörungsmaterials der Kraterwände“ anzusehen sind, der Wirklichkeit entsprechen sollte, dann liegt in den hier einschlagenden Präparaten ein hübsches und auf einen kleinen Raum beschränktes Demonstrationsobject vor, welches zeigt, wie unter verschiedenen Erstarrungsbedingungen das Basaltmagma eine recht verschiedenartige Ausbildung erlangen kann.

Ausser diesen Tuffen des G. Sês kommt noch am Gipfel des ed-Dekwa, gleichfalls ein Eruptionskegel des Lavaplateaus Dîret et-Tulûl, ein psammitisches Gestein vor. Es ist ein breccienartiger Palagonittuff von so lockerer Consistenz, dass er zwischen den Fingern zerreiblich ist. Die einzelnen, den Tuff aufbauenden Fragmente erlangen die Grösse einer Haselnuss, sind eckig, rostbraun, im höchsten

<sup>1)</sup> Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. f. Miner. etc. 1872, pag. 165.

Masse blasenreich und von einer dünnen grauen Kalkkruste überzogen. Auf den blossen makroskopischen Befund hin würde man vieles Andere eher vermuthen, als einen Palagonittuff. U. d. M. erkennt man jedoch, dass der Tuff sich aus lapilliartigen Basaltglasbruchstücken zusammensetzt, welche völlig in dieselbe gelbrothe Substanz sich zersetzt haben und dieselben Entglasungsproducte und Krystallausscheidungen aufweisen wie der Sideromelan. Säulenförmige Augitkrystalle überwiegen den Olivin an Menge bedeutend. Plagioklasleisten sind spärlich, dagegen häufiger die für vulcanische Auswürflinge charakteristischen „rhombischen Plagioklaslamellen“.

Wenn wir uns die Charakteristik dieser syrischen Palagonittuffe vergegenwärtigen, so gelangen wir zur Ueberzeugung, dass zwischen den Palagonittuffen und Basalttuffen kein wesentlicher Unterschied herrscht, eine Thatsache, die schon Penck<sup>1)</sup> in seinen ausführlichen Untersuchungen über „Palagonit- und Basalttuffe“ betonte. In den syrischen Tuffen begegnen wir Gebilden, so z. B. den „rhombischen Plagioklaslamellen“, welche für Lapilli charakteristisch sind. Bei den Basaltglasfragmenten treten allmähliche Uebergänge auf zwischen solchen, welche eine ideal reine Sideromelansubstanz repräsentiren und solchen, die man ihrer mannigfachen Krystallausscheidungen wegen von einem Bruchstück „Magma basalt“ nicht zu unterscheiden vermöchte. Wenn ich trotzdem dem Wunsche Penck's, den Namen „Palagonittuff und Palagonitfels“ in der Petrographie fallen zu lassen, nicht folge, so hat dies seinen Grund darin, dass es mir nicht nothwendig scheint, Bezeichnungen ausser Gebrauch zu stellen, bei deren Nennung man sofort an eine bestimmte Varietät von Tuffen erinnert wird. Wenn man daran festhält, dass es kein Mineral „Palagonit“ im Palagonittuff gibt, so scheint mir die Gefahr, welche die Beibehaltung dieses Namens bergen könnte, gehoben. Wollte man unter Gesteinen, die, obwohl von derselben Entstehung und Zusammensetzung in ihrem makroskopischen Befund gewisse charakteristische Eigenschaften, wenigstens in ihren typischen Vertretern, besitzen, keine Unterscheidungen mehr treffen, so müsste man füglich auch die auf die Korngrösse gegründete Charakterisirung der Dolerite, Anamesite und Basalte aus der Welt schaffen und nur noch von Basalten im Allgemeinen sprechen.

<sup>1)</sup> l. c. pag. 568.

Wenn wir zum Schlusse einen Rückblick auf die untersuchten basaltischen Laven von Syrien werfen, so ergibt sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass zwischen den beiden grossen Eruptionsbezirken, dem Haurân und Dîret et-Tulûl, die kleineren selbstständigen vulcanischen Ausbrüche eingeschlossen, eine bis in das Detail gehende Uebereinstimmung der Gesteine herrscht. Für die verschiedenen Structurvarietäten, für Plagioklasbasalttypen, für besondere Eigenthümlichkeiten der Gemengtheile (z. B. zonarer Bau, anomale Zersetzungserscheinungen am Olivin) lassen sich Beispiele von jedem der beiden Eruptionscentren anführen. In gleicher Weise lassen sich keine petrographischen Unterschiede aufstellen zwischen den basaltischen Laven der jüngeren und älteren Formation, welche geologisch im Haurângebiet deutlich von einander unterschieden werden können. Hier wie dort begegnet man compacten und blasigen Gesteinen, hier wie dort sind die mikroskopischen Verhältnisse ähnliche. Es deutet diese Uebereinstimmung darauf hin, dass das in dem basaltischen Herde befindlich gewesene Basaltmagma auf grosse Entfernungen hin eine ungefähr gleiche oder doch nur wenig abweichende Zusammensetzung besass, und dass es nur die veränderten Bedingungen, unter welchen die Eruption und die Erstarrung erfolgten, waren, welche die in jedem Eruptionsbezirk auftretenden Verschiedenheiten in der Structur, dem Typus etc. verursachten.

### Resultate.

1. Die untersuchten Eruptivgesteine des Ostjordanlandes gehören ausschliesslich den Feldspathbasalten an. Leucit und Nephelin fehlen als Gemengtheil. Hornblende führende Basalte sind nur von einer Localität bekannt.

2. In zwei Fällen wurde ein nicht unbeträchtliches Schwanken des spec. Gewichtes der basaltischen Plagioklasse innerhalb eines und desselben Gesteines constatirt, woraus eine differente chemische Zusammensetzung der Individuen gefolgert werden kann. Der Plagioklas ist ein Labradorit.

3. Der Olivin ist stets auch ein Gemengtheil der Grundmasse und sinkt in dieser Eigenschaft öfters bis zu einer ausserordentlich winzigen Grösse herab. Lapilli enthalten in ihrem Glase eine enorme Menge von Olivinmikrolithen. Zuweilen tritt der Olivin in sehr zerfransten Gestalten, in skeletartigen Aggregaten und in Krystall-

schalen mit inliegender Basis auf. Am Olivin wird einerseits hauptsächlich eine zonare Structur wahrgenommen, während es andererseits Erscheinungen gibt, aus welchen ihr Dasein gefolgert werden kann. Eine Zwillingungsverwachsung geschieht nach zwei Gesetzen, nach  $P\infty$  und  $\infty P$ . Der Olivin ist gewissen Verhältnissen zufolge in einigen Basalten ein jüngerer Ausscheidungsproduct als der Augit und Plagioklas. Einschlüsse von Plagioklas im Olivin wurden in anderen Basalten beobachtet. Eigenthümliche Zersetzungserscheinungen weisen darauf hin, dass die Olivinkrystalle vieler Basalte in ihrer äusseren Zone eisenärmer sind als im Kern. Desgleichen sind die kleineren Individuen der Grundmasse bei denselben Basalten eisenärmer als die grösseren porphyrischen und stellen eine zweite Generation von Krystallen dar.

4. Das Titaneisen wird mit brauner Farbe durchscheinend.

5. Pseudobrookit wurde in drei Basalten, sowohl frischen als zersetzten, beobachtet.

6. Die Basis enthält in einigen Fällen Glaseinschlüsse.

7. Als caustische Neubildungsproducte sind an Stelle der eingeschmolzenen Hornblendesubstanz bei einem Vorkommnis Hornblende und Augit entstanden.

8. Der durch Basalt eingeschmolzene Quarzit erstarrte stellenweise wieder zu krystallinischem Quarz; in einem Falle wurde Mikropigmatit als Neubildungsproduct beobachtet.

9. Die Palagonittuffe sind durch einen grossen Olivinreichthum ausgezeichnet. Als neue Einschlüsse im Sideromelan wurden Picotit und Apatit beobachtet, sowie Olivinkryställchen (?) von ungewöhnlichen Combinationen. Die Verkittungsmasse besteht fast stets aus zwei verschiedenen Mineralien, unter denen Kalkspath, Aragonit und Phillipsit als solche bestimmt erkannt werden konnten.

---

Auch an dieser Stelle möge es mir vergönnt sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. F. Zirkel für die freundliche und bereitwillige Unterstützung, welche derselbe mir während meiner Studienzeit, sowie auch bei Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess, den aufrichtigsten Dank auszusprechen.

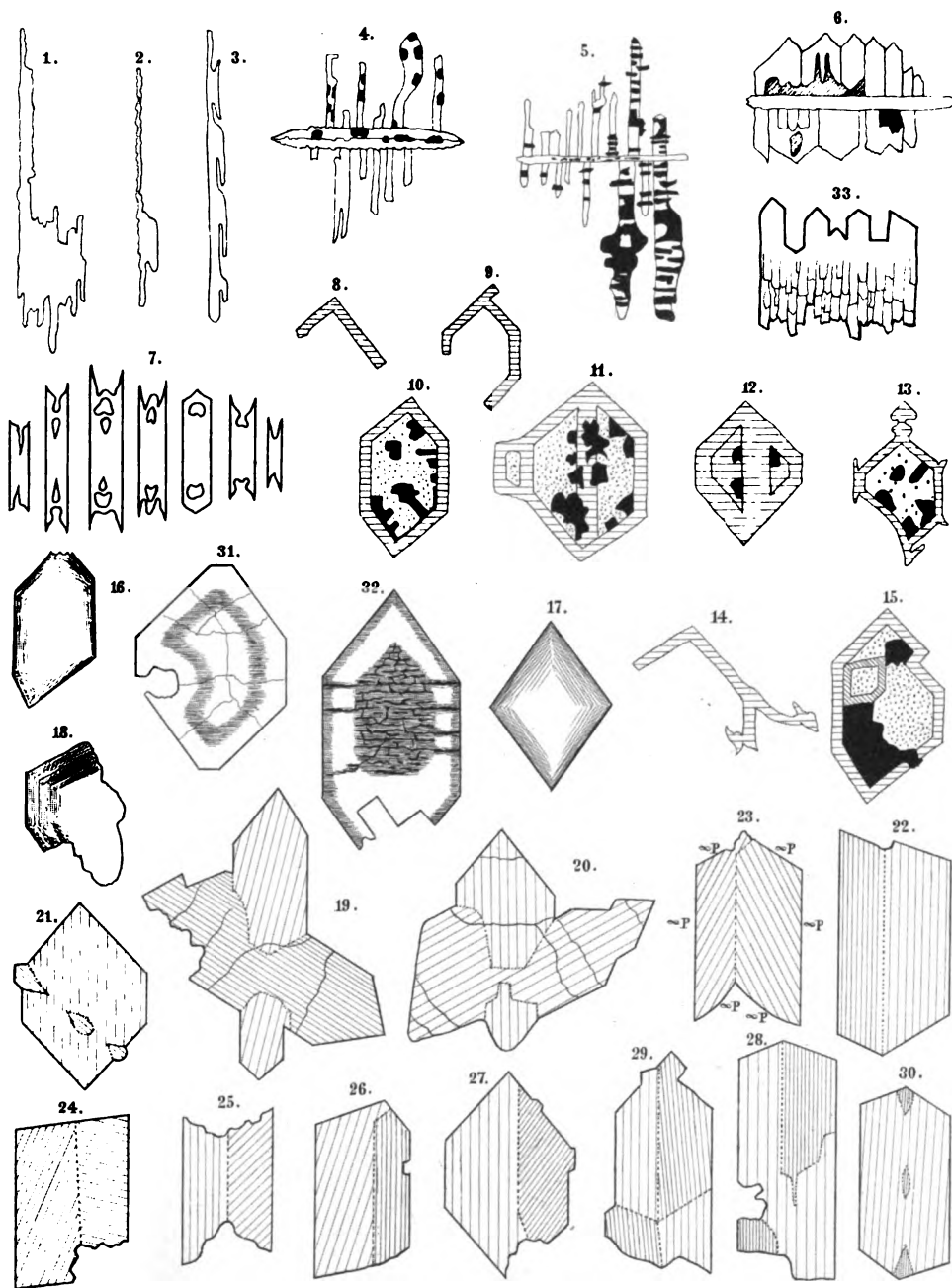
Leipzig, Mineralogisches Institut, November 1885.

---



## Erklärung der Tafel IX.

- Fig. 1—3. Säulenförmige Olivine. Loser Block in der Nähe der Ruinen von 'Jjän. Vergr. ca. 100.
- " 4. Gitterförmig aggregirte Olivinindividuen. Lava anstehend bei Kanawät. Vergr. ca. 200.
- " 5. Gitterförmig aggregirte Olivinindividuen. Loser Block bei den Ruinen von 'Jjän. Vergr. ca. 200.
- " 6. Olivinaggregation. Alte Lava des grossen Gêle-Ausbruches. Vergr. ca. 300.
- " 7. Olivinmikrolithen. Lapilli vom Gipfel des G. Kléb.
- " 8—15. Olivinindividuen, welche nur in ihrer randlichen Schale ganz oder theilweise entwickelt sind. Jüngerer Lavastrom der Durs-Eruption. Vergr. ca. 250—300.
- " 16. Zonarer Olivin. Lavastrom des Ausbruchskegels ed-Durs. Vergr. ca. 300.
- " 17. Zonarer Olivin. Lava vom Lohf des Gêle-Ausbruches. Vergr. ca. 200.
- " 18. Zonarer Olivin. Legâ-Lava bei Schâch-Hazkin. Vergr. ca. 300.
- " 19—20. Durchkreuzungszwillinge von Olivin. Zwillingsenebene  $\vec{P}_{\infty}$ . G. Mâni'. Vergr. ca. 120.
- |       |                        |             |  |
|-------|------------------------|-------------|--|
| " 22. | } Olivinzwillinge nach | P<br>8<br>P | Fundort: G. Mâni'. Vergr. ca. 250.             |
| " 23. |                        |             | " Abhang des Tell Guwêlin. Vergr. ca. 250.     |
| " 24. |                        |             | " G. Mâni'.                                    |
| " 25. |                        |             | " Tell Guwêlin. Vergr. ca. 300.                |
| " 26. |                        |             | " Rahâ. Vergr. ca. 200.                        |
| " 27. |                        |             | " Zwischen ed-Durs und G. Sês. Vergr. ca. 200. |
| " 28. |                        |             | " Ruinen von Siyal. Vergr. ca. 100.            |
| " 29. |                        |             | " Rahâ. Vergr. ca. 100.                        |
| " 30. |                        |             | " G. Mâni'. Vergr. ca. 50.                     |
- " 31. In Zersetzung begriffener Olivin. Lava der Safâ-Eruption (bei dem „Weissen Schloss“ anstehend). Vergr. ca. 50.
- " 32. In Zersetzung begriffener Olivin. Anstehendes Gestein der Harra. Vergr. ca. 50.
- " 33. Angitsaum an der Contactzone zwischen Quarzit und Basalt. Tell Scha'f.



Tschermak : Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VII, Heft VI.

Aut. gez.

Verlag von Alfred Hölder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien. Lith. Druck v. G. Freytag & Berndt, Wien.



## XXVI. Synthese und Zusammensetzung des Pyrrhotin.

Von C. Doelter.

Der Magnetkies (Pyrrhotin) ist bisher noch nicht synthetisch dargestellt worden, seine genaue Formel ist bis jetzt keineswegs sicher, indem die meisten Analysen zwar eine der Zusammensetzung  $FeS$  sich nähernde ergaben, jedoch stets Abweichungen zeigten, die keineswegs auf Rechnung des analytischen Ganges übertragen werden konnten.

Durch die Synthese des Pyrrhotin sollte also erstens die Bildungsweise dieses Mineralen erklärt werden, dann aber war Hoffnung vorhanden, das Mineral in reinerem Zustande zu erhalten als das in der Natur der Fall ist, und somit auch in Bezug auf die Formel desselben Klarheit zu erhalten.

### A. Versuche auf nassem Wege.

Um den erstgenannten Zweck zu erreichen, wurden folgende Versuche gemacht.

1. In einer zugeschmolzenen Glasröhre wird Eisenchlortür mit Wasser, welches kohlensaures Natron enthält und mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt ist, durch drei Monate auf dem Wasserbade bei einer Temperatur von circa  $80^{\circ}$  behandelt. Es war die Vorsicht gebraucht worden, während des Auflöses des Eisenchlortür die atmosphärische Luft der Röhre durch Einleiten von Kohlensäure zu entfernen und gleich darauf Schwefelwasserstoff einzuleiten, welche Vorsicht wegen der leichten Zersetzbarkeit des Eisenchlortür nothwendig ist.

Dieser Versuch war jedoch nicht entscheidend. Obgleich die Röhre durch 3 Monate hindurch bei jener Temperatur erhitzt worden war, so wurde nur ein aus feinen Blättchen bestehender Niederschlag erhalten. Derselbe war zwar ganz krystallin und zeigt sich unter dem Mikroskop als aus kleinen hexagonalen Schüppchen bestehend, wie sie dem Magnetkies entsprechen, auch ist derselbe magnetisch. Als derselbe jedoch behufs Reinigung, zum Zwecke der Analyse, mit kochendem Wasser ausgewaschen werden sollte (um das kohlensaure Natron zu entfernen), zersetzte sich dieselbe merkwürdigerweise, indem er sich in ein braunes, dem Limonit ähnliches Pulver umsetzte.

Nur einige der grösseren Kryställchen waren unversehrt geblieben. Es konnte demnach die Zusammensetzung dieses Eisensulfürs nicht eruirt werden.

2. Eisenchlorür wird unter denselben Bedingungen und unter ähnlichen Vorsichtsmassregeln in einem mit Schrauben verschlossenen Gewehrlauf bei einer Temperatur von circa 200° durch 16 Tage erhalten.

Der erste Versuch ergab neben sehr viel Pyrit nur wenig Magnetkies von hexagonaler Form, welcher die Farbe des natürlichen zeigt, auch magnetisch ist und in Salzsäure unter Abscheidung von Schwefel gelöst wird. Die Ursache der Pyritbildung dürfte wohl darin zu suchen sein, dass in dem Gewehrlaufe Luft zurückgeblieben war und ein Theil des  $FeCl_2$  in Eisenchlorid umgewandelt wurde.

Bei einem zweiten Versuche war die Menge des gebildeten Pyrites eine geringere, aber die Analyse des Productes ergab einen  $Fe$ -Gehalt von 55 Procent, was einem Gemenge von Eisen- und Magnetkies entspricht.

Erst der dritte Versuch war als gelungen zu betrachten. Es ward hier die Vorsicht gebraucht die ganze Procedur der Einfüllung der Röhre in einer Schwefelwasserstoff- und Kohlensäureatmosphäre vorzunehmen, so dass der Gewehrlauf keine Luft mehr enthielt. Die Röhre wurde durch 14 Tage bei 250° erhitzt, und ergab ein glänzendes tombakbraunes krystallinisches Pulver, in welchem sogar einige grössere Krystallblättchen sichtbar sind. Dasselbe ist magnetisch, in  $HCl$  leicht löslich.

Die Analyse ergab:

$Fe$	.	.	.	61.01	0.109
$S$	.	.	.	38.49	0.12
				<hr/>	
				99.50	

was der Zusammensetzung des natürlichen Magnetkieses entspricht:  $Fe_{11}S_{12}$ .

U. d. M. sieht man nicht nur hexagonale Tafeln, sondern auch solche Säulen.

3 a. Eine Mischung von  $FeCl_2$  und  $ZnCl_2$  wird unter ähnlichen Bedingungen durch drei Wochen bei 200° erwärmt. Die Luft war auch hier durch Kohlensäure vor dem Einleiten des Schwefelwasserstoffgases entfernt worden.

Man erhält schon mit freiem Auge erkennbare, sehr hübsche Krystalle von durchwegs tafelfartigem Habitus und hexagonaler Form. Farbe tombakbraun, oft messinggelb, Glanz ziemlich intensiv. Härte über 3.

Unter dem Mikroskope erscheinen die dickeren Krystalle undurchsichtig, die dünneren zeigen gelbe Färbung und sind durchscheinend, einige davon sind als einaxige im convergenten Lichte zu erkennen.

Die Durchschnitte der Krystalle sind hexagonale, die Winkel lassen sich zu ungefähr  $60^\circ$  messen, ferner zeigen sich auch längliche Formen.

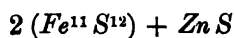
Die Krystalle zeigen Magnetismus, indem sie nicht nur von einem Magneten kräftig angezogen werden, sondern auch von jedem eisernen Gegenstande.

In concentrirter Salzsäure sind sie unter Abscheidung von Schwefel löslich. Beim Erhitzen in Luft zersetzen sie sich schon bei circa  $200^\circ$ , indem Schwefel als schwefelige Säure entweicht und Eisenoxyd zurückbleibt.

Zur Analyse wurde auch hier wieder das gepulverte Mineral unter Wasser mit einem Magneten gereinigt, dann durch Behandlung mit Schwefelkohlenstoff von etwaigem freien Schwefel befreit. Ich erhielt:

<i>Fe</i>	.	.	60.11
<i>Zn</i>	.	.	1.92
<i>S</i>	.	.	38.10
			<hr/>
			100.13

was der Zusammensetzung  $R^{11}S^{12} = Fe^{21}ZnS^{24}$  entspricht, was sich ungefähr als



ausdrücken lässt.

Es wäre übrigens nicht unmöglich, dass hier eine mechanische Mischung von Pyrrhotin und Wurtzit vorliege, indem die lichtgelben durchschimmernden Täfelchen vielleicht doch reine Wurtzitkryställchen darstellen. Jedenfalls aber liegen der Hauptmasse nach Krystalle vor, die sowohl ihrer magnetischen Eigenschaft, als ihrer Zusammensetzung nach ganz dem Magnetkies entsprechen.

3 b. Eine Mischung von  $FeCl_2$  und  $ZnCl_2$  in nahezu gleichen Mengen wird unter denselben Verhältnissen bei circa  $200^\circ$  behandelt.

Es ergibt sich ein rothbraunes Pulver, welches in  $HCl$  leicht löslich, etwas magnetisch ist und aus hexagonalen, oft auch mehr rundlichen Schüppchen besteht.

4. Eine Mischung von  $CdCl_2$  mit einer geringen Menge von  $ZnCl_2$  wird genau so wie früher bis  $200^\circ$  behandelt.

Es ergab sich ein pomeranzengelbes Pulver, welches sich u. d. M. als krystallinisch erweist, und lassen sich auch hier öfters hexagonale Umrisse erkennen.

5.  $ZnCl_2$  wurde durch längere Zeit bei  $250^\circ$  in der Eisenröhre behandelt.

Es ergibt sich ein schwarzgraues Pulver, in  $HCl$  löslich, das ausser Zink eine kleine Menge Eisen enthält, offenbar weil die Röhre etwas angegriffen worden war. Das Product ist krystallinisch und zeigt u. d. M. hin und wieder deutliche hexagonale Formen, oft auch längliche oder rundliche. Offenbar liegt Wurtzit vor.

Durch diese Versuche wird also über die Bildungsweise des Pyrrhotin Aufschluss gegeben. Es bildet sich dieses Mineral bei verhältnismässig niedriger Temperatur, die in den meisten Fällen wohl weit unter  $100^\circ$  war, vielleicht sogar die Temperatur von  $20^\circ$  bis  $30^\circ$  C. nicht viel überstieg. Denn die bei den Versuchen angewandte erhöhte Temperatur dient nur zur Beschleunigung des Vorganges und ist nicht unumgänglich nothwendig.

Der Magnetkies bildete sich aus in Wasser gelösten Eisenoxydulsalzen (Eisenvitriol, Eisencarbonat, Eisenchlorür, vielleicht auch Eisensilicaten) durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff, aber nur dort, wo die Bedingungen gegeben waren, um eine Umwandlung des Eisenoxydulsalzes in Eisenoxydsalz zu verhindern, wo also gleichzeitig entweder Kohlensäure oder reducirende Kohlenwasserstoffe oder auch derartige andere organische Substanzen einwirkten. War das nicht der Fall, so bildete sich Pyrit, was, da jene Bedingungen selten in der Natur geboten waren, weit häufiger der Fall war, daher erklärt sich auch das relativ seltene Vorkommen des Pyrrhotin.

### B. Weitere synthetische Versuche auf trockenem Wege.

Zum Zwecke der Ermittlung der chemischen Formel des Pyrrhotin wurden weitere Versuche unternommen, bei welchen jedoch der trockene Weg eingeschlagen wurde, da man auf diese Weise rascher wahrnehmbare Krystalle erhält.

1. Es wurde Eisenchlorttr im Schwefelwasserstoffstrom erhitzt, jedoch namentlich im Anfange der Operation gleichzeitig etwas Kohlensäure oder Wasserstoffgas eingeleitet, um eine Veränderung des Chlorttrs und Bildung von Eisenbisulfid zu vermeiden. Zu diesem Zwecke wird die Substanz in einer Glasröhre erhitzt, welche mit einem Schwefelwasserstoffapparat, sowie mit einem Kohlensäureapparat in Verbindung steht, letzteres Gas wird zuerst eingeleitet, um die Luft zu verjagen, und dann wird, sobald man begonnen hat zu erhitzen, der Zufluss von Kohlensäuregas allmählig eingestellt. Anstatt Kohlensäure kann man auch Wasserstoff verwenden. Es wurden vier gleichartige Versuche ausgeführt, welche stets krystallinische Producte erzeugten, bei zwei derselben waren die Krystalle bis 2 Millimeter lang. Die Farbe ist messinggelb bis tombakbraun, oft bläulich angelaufen.

Ich machte die Beobachtung, dass die gelbbraune Farbe schon bei Eindampfen im Wasserbade in eine blaue Anlauffarbe sich verwandelt. Man erhält zum Theil einzelne Kryställchen, weit häufiger aber Aggregate von säulenförmiger Gestalt, die eine Länge bis 2 Millimeter haben, aber sehr dünn sind.

Die Krystallform ist, da eine Messung der Kryställchen nicht möglich war, schwer zu bestimmen, ein Theil der Krystalle zeigt allerdings die hexagonale Begrenzung bei tafelförmiger Ausbildung, andere erinnern an die Krystalle des vulcanischen Eisenglanzes. Viele zeigen eine Streifung nach der Längsrichtung, dies scheinen aber stets Aggregate von Krystallen zu sein.

U. d. M. sieht man nur selten regelmässige hexagonale Tafeln, häufiger langgezogene Hexagone oder leistenförmige oder trapezartige Durchschnitte. Andere zeigen ein geradezu spiessiges Aussehen und sind mit der Krystallform des Magnetkieses Prisma, Pyramide, Basis nicht leicht in Einklang zu bringen. Indessen stellen sich viele dieser merkwürdigen Formen als Aggregate und skeletartige Bildungen heraus. Auffallend bleibt aber der Unterschied in der Ausbildung der Krystalle, die einerseits auf nassem Wege, andererseits auf trockenem entstanden sind. Während erstere regelmässige hexagonale Tafeln darstellen, zeigen diese häufig einen mehr säulen- oder nadelförmigen Habitus und sind meistens Aggregate.

Die Substanz, deren specifisches Gewicht zu 4.521 bestimmt wurde, ist deutlich magnetisch.



In verdünnter warmer  $HCl$  ist sie löslich nach Abscheidung von circa 5 Procent Schwefel.

Die Identität mit Magnetkies wird durch die Formel bestätigt. Es wurden drei Varietäten, unter Anwendung der weiter unten ausführlicher beschriebenen Methode, untersucht. Die Resultate der Analysen, die übrigens ganz auf gleiche Weise aus  $FeCl_2$  erhaltenen Producte, sind

	I	II	III
$Fe$ . . .	60·76	61·11	60·98
$S$ . . .	39·10	39·47	39·21
	<hr/> 98·86	<hr/> 100·58	<hr/> 100·19

Bei allen war vor der Analyse der beigemengte Schwefel durch Schwefelkohlenstoff ausgezogen worden und einer etwaigen Beimengung durch  $FeS_2$  Rechnung getragen worden, indem der in verdünnter Salzsäure verbleibende unlösliche Rückstand, aus einer Spur von Schwefel und viel  $FeS_2$  bestehend, genauer untersucht und gewogen wurde; derselbe betrug indessen nur 0·81—0·41 Procent und wurde bei der Berechnung berücksichtigt.

Aus den Analysen ergibt sich übereinstimmend die Formel:  $Fe_{11}S_{12}$ .

2. Eine Mischung von annähernd gleichen Mengen  $FeCl_2$  und  $ZnCl_2$  wurde mit Schwefelwasserstoffgas (und etwas Kohlensäure) unter Erhitzen auf circa 300°, während einer Stunde behandelt.

Das erhaltene Product stellt ein braunes Pulver dar, welches sich unter dem Mikroskop als vollkommen krystallinisch zeigte; es sind zum Theile hexagonale Täfelchen, meist jedoch verzerrt, zum Theile längliche säulenförmige Aggregate, ganz so, wie sie das künstliche Schwefeleisen, welches soeben beschrieben wurde, zeigt, manche Krystalle sind mit braunrother Farbe etwas durchscheinend. Die Farbe des Pulvers erinnert sehr an die der Strahlenblende von Pribram.

In Salzsäure ist das Product leicht löslich, es zeigt schwachen Magnetismus.

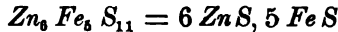
Die Analyse ergab:

$Zn$ . . . . .	39·12
$Fe$ . . . . .	26·79
$S$ . . . . .	34·54
	<hr/> 100·45

daher  $Zn:Fe:S = 0.6:0.48:1.08$ , oder:

$$Zn:Fe:S = 6:5:11$$

was die Formel:



ergibt.

Vergleicht man die Analyse mit der früher (pag. 537) angeführten, welche einer Mischung  $Fe^{22} Zn S^{24}$  entsprach, so haben wir hier keinen Ueberschuss von Schwefel, allerdings war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass eine mechanische Mischung von Pyrrhotin mit etwas Wurtzit vorlag.

3. Eine Mischung von  $Fe Cl_2$  und  $Cd Cl_2$  wird ganz so wie bei den Versuchen 1 und 2 mit  $H_2S$ -gas behandelt.

Man erhält ein braunes Pulver, welches sich in hexagonalen Blättchen, dann aber auch in jenen Aggregaten zeigt, die soeben bei dem künstlichen Magnetkies beschrieben wurden.

Das Pulver ist in Salzsäure löslich.

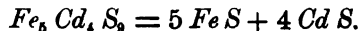
Die Analyse, welche Herr Unterweissacher ausführte, ergab:

<i>Fe</i>	.	.	.	.	28.11
<i>Cd</i>	.	.	.	.	44.45
<i>S</i>	.	.	.	.	28.40
					<hr/>
					100.96

was also dem Verhältnis entspricht:

$$Fe:Cd:S = 0.5:0.4:0.9$$

und zu der Formel führt:



4. Mischung von  $Fe Cl_2$  und  $Ag Cl$ .

Dieser Versuch wurde ausgeführt, um zu eruiren, ob vielleicht eine Mischung entstehe, welche den Silberkiesen entspräche, und ob das betreffende Product einen Ueberschuss an Schwefel zeige.

Das Gemenge wurde unter Erhitzen auf circa  $300^\circ$  durch mehrere Stunden mit  $H_2S$  behandelt, unter Einhaltung der früher erwähnten Vorsichtsmassregeln. Man erhält ein krystallinisches Product von schwarzer Farbe. U. d. M. zeigen sich einzelne Hexagone, viele länglich-hexagonale Durchschnitte, solche von rundlicher oder unregelmässiger Begrenzung und langgestreckte Aggregate, diese aber seltener als bei früheren Versuchen.

Das Pulver ist in  $HCl$  leicht löslich. Die Analyse ergab:

$Ag$	.	.	.	.	35.49
$Fe$	.	.	.	.	34.05
$S$	.	.	.	.	29.85
					<hr/>
					99.39

$$Ag:Fe:S = 0.328:0.608:0.932$$

was die Formel  $Ag_{32} Fe_{60} S_{93}$  ergibt; diese lässt sich auch schreiben  $16 (Ag_2 S) + 15 (Fe_4 S_8)$ , und ist also ähnlich der Formel der Silberkiese, doch muss bemerkt werden, dass die Summe des  $S$  gleich der Summe  $Ag + Fe$  ist. Ob daher die von Streng angenommene Formel  $x (Fe_n S_{n+1}) + Ag_2 S$  Berechtigung hat, wird durch obige Analyse nicht entschieden, und muss auch bemerkt werden, dass kleine analytische Differenzen schon eine bedeutendere Veränderung der Formel ergeben.

### Analyse des Magnetkies vom Schneeberg.

Obgleich die Anzahl der Magnetkiesanalysen, wie erwähnt, eine sehr grosse ist, so zeigen sie doch unter einander grosse Differenzen; diese können entstehen: 1. durch analytische Fehler, 2. durch variable Zusammensetzung. Es ist bekannt, dass der  $Fe$ -Gehalt dieses Mineralen zwischen 58—61 Procent, der  $S$ -Gehalt zwischen 28—32° Procent variirt. Um nun zu eruiren, ob etwaige analytische Fehler an der variablen Zusammensetzung, zum Theil wenigstens, Schuld tragen und wie weit jene beeinträchtigt wird, sind nur Analysen, an völlig reinem Material angestellt, unter einander zu vergleichen. Unter den zahlreichen vorliegenden Analysen ist auf eine Reinigung von fremden beigemengten Mineralen selten Bedacht genommen worden. Man kann daher nur jene Analysen berücksichtigen, bei welchen eine Entfernung etwaiger Beimengungen stattgefunden hat, oder bei denen solche überhaupt ausgeschlossen waren.

Insbesondere die Analysen Rammelsberg's<sup>1)</sup>, Habermehl's<sup>2)</sup> und Bodewig's<sup>3)</sup> sind es, welche hier in Betracht kommen; von diesen hat namentlich letzterer auf eine etwaige Beimengung von Schwefel Rücksicht genommen und scheint diese Analyse die

<sup>1)</sup> Pogg. Annal. Bd. 121, 352.

<sup>2)</sup> Oberh. Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde. 1879.

<sup>3)</sup> Zeitschrift f. Krystall. VII, pag. 174.

genauesten Resultate zu liefern. Diese Analysen führen zum Theil zu der Formel  $Fe_{11}S_{12}$ , zum Theil zu einem variablen Resultate:  $Fe_nS_{n+1}$ , wobei  $n$  häufig 7 oder auch 10 ist.

Die Analyse von Gutknecht<sup>1)</sup>, welche eine Zusammensetzung  $FeS$  ergab, steht vereinzelt da.

Da durch die Anwendung der mechanischen Trennungsmethoden viel reineres Material erzielt werden kann, als früher, und da sich mir ein gutes Material in den Krystallen vom Schneeberg darbott, so unternahm ich von diesen eine Analyse. Diese Krystalle finden sich bekanntlich auf einem chloritischen Glimmerschiefer mit Bleiglanz.

Es wurde zuerst mit der Baryumquecksilber-Jodidlösung, ferner auch mit dem Magnetstabe eine mechanische Trennung ausgeführt, nachdem die Magnetkieskrystalle vorher schon mit der Loupe ausgeklaut worden waren; das sehr feine Pulver, welches dann noch mehrere Male mit einem Magnete unter Wasser gereinigt worden, wurde dann wiederholt mit Schwefelkohlenstoff ausgelaut, dieser dann entfernt, es ergab sich jedoch kein wägbarer Antheil von Schwefel.

Um etwaige Beimengungen von anderen Sulfiden, die nur in concentrirter Salzsäure oder in Salpetersäure löslich sind, zu entfernen, kann man sich der Eigenschaft des Pyrrhotins bedienen, in mässig verdünnter Salzsäure sich beim Erwärmen unter Abscheidung einiger Procente Schwefel zu lösen. Der Gang der Analyse war folgender: Ungefähr 0.9 Gramm Substanz (wie oben angeführt gereinigt), wurden in zwei Theile getheilt, in dem ersteren wird der Schwefel bestimmt, während in dem zweiten das Eisen gewogen wird. Der erste wird durch Zusammenschmelzen mit 6 Theilen Salpeter in 4 Theilen kohlensaurem Natron aufgeschlossen und der Schwefel bestimmt (vergl. Bodewig, l. c.).

Bei dem zweiten verbleibt ein Rückstand, der grösstentheils aus Schwefel besteht, welcher auch ungelöste Silicate, dann auch in Salzsäure unlösliche Sulfide (Pyrit, Kobaltglanz, Bleiglanz) enthalten kann. Dieser Rückstand wird gewogen, aus demselben der Schwefel mittelst Schwefelkohlenstoff ausgezogen und die Differenz ergibt die Menge Beimengungen, welche alsdann in Rechnung gebracht werden kann. Diese war jedoch sehr gering, indem sie 0.49 Procent betrug.

<sup>1)</sup> N. J. f. Min. 1880, pag. 164.

Das Eisen wird durch Fällung mit Ammon, der Schwefel als Baryumsulfat unter Beachtung der nothwendigen Vorsichtsmassregeln bestimmt (vergl. Bodewig l. c.).

Die Analyse ergab (nach Abzug des in *HCl* unlöslichen Restes):

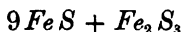
<i>Fe</i>	. . . .	61.77	1.102	11
<i>S</i>	. . . .	39.10	1.21	12
<i>Co</i>	. . . .	Spur		
		<hr/>		
		100.87		

Man hat also die Formel  $Fe_{11}S_{12}$ .

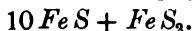
Vergleicht man die früher erwähnten Analysen, so erhält man immer Resultate, die mit  $FeS$  so wenig übereinstimmen, dass man nicht berechtigt ist zu glauben, es seien die Differenzen durch Beimengungen oder durch analytische Fehler hervorgerufen.

Scheidet man jedoch diejenigen Analysen aus, bei denen eine Beimengung möglich ist und die namentlich an derben Vorkommen angestellt, sich nicht auf reines Material bezogen, so wird man zu dem Resultate gelangen, dass die meisten sorgfältigen Analysen zu der Formel  $Fe^{11}S^{12}$  führen. Allerdings lässt sich der Beweis, dass alle Magnetkiese diese Formel besitzen, nicht erbringen. An und für sich ist eine variable Zusammensetzung unwahrscheinlich, und da eine Beimengung nicht selten vorliegt, so wäre die Möglichkeit, dass obige Formel für alle Magnetkiese zu gelten hätte, indem die übrigen Beimengungen von  $FeS$  mit  $FeS_2$ ,  $S$ ,  $CoS_2$ ,  $NiS_2$  seien, eine sehr naheliegende.

Die Formel  $Fe^{11}S^{12}$  lässt sich zerlegen in:



oder in



Bei dem Umstande, dass  $FeS_2$  sich immer von  $FeS$  durch die Unlöslichkeit in Salzsäure trennen lässt, ist eine mechanische Vermengung ausgeschlossen und nur eine Verbindung möglich. Wie diese aufzufassen ist, lässt sich nicht leicht sagen, man kann sie sich denken als Sulfosalz, etwa ähnlich dem Stephanit  $5Ag_2S$ ,  $Sb_2S_3$ , Kupferkies  $Cu_2S$ ,  $Fe_2S_3$ , oder als moleculare Verbindung  $9FeS + FeS_2$ . Erstere Formel hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich, schon der Isomorphismus mit Wurtzit und die isomorphen Mischungen von  $FeS$  mit  $ZnS$ ,  $CdS$  sprechen gegen diese Hypothese. Eher hätte man die zweite Ansicht in's Auge zu fassen, während die Ansicht,

dass in den Pyrrhotinen der höhere Schwefelgehalt einer Verunreinigung zuzuschreiben ist, unwahrscheinlich wird.

Vergleichen wir die Resultate der chemischen Untersuchung des künstlichen Magnetkieses und ähnlicher Gebilde mit denen der Analysen natürlicher, so ergibt sich allgemein für das Schwefeleisen eine von  $FeS$  abweichende Formel, welche bei den meisten sich als  $Fe_{11}S_{12}$  ausdrücken lässt. Ob es nicht auch natürliche Pyrrhotine gibt, denen eine variable Zusammensetzung und ein noch höherer  $S$ -Gehalt, als ihn obige Formel verlangt, zukommt, bleibt unentschieden, obgleich die Wahrscheinlichkeit eine immer geringere wird.

Bei den Mischungen von  $FeS$  mit  $ZnS$  und  $CdS$ , in denen  $FeS$  nicht unverhältnismässig vorherrscht, scheint ein Ueberschuss von  $S$  nicht nothwendiger Weise vorhanden zu sein, trotzdem die Mischungen von  $FeS$  mit  $ZnS$  und  $CdS$  mit dem Magnetkies aller Wahrscheinlichkeit nach isomorphe sind, doch ist die Möglichkeit des Vorkommens von isomorphen Mischungen von  $CdS$ ,  $ZnS$  mit  $Fe^{11}S^{12}$  nicht ausgeschlossen.

G r a z, Ende Mai 1886.



# REGISTER.

*L.* bedeutet Literaturangabe. — *N. M.* Neues Mineral.

	Seite		Seite
D'Achiardi A., Tormalinolit. del Bottino. — Diabase e diorite. — Trachite e porfido quarziferi di Pisa. <i>L.</i> . . . . .	363	Augit d. Kaiserstuhlgeb. <i>L.</i> . . . .	180
Adular, neue Flächen. <i>L.</i> . . . .	364	Augitandesit, Siebengebirge. <i>L.</i> . . . .	91
Aetna . . . . .	146	Axenwinkelapp. neu. <i>L.</i> . . . .	180
Aetzversuche an Mineralen d. Magnetitgruppe . . . . .	200	Axinit. <i>L.</i> . . . . .	365, 460
Aetzzone . . . . .	243	Barrois, Granite de Rostrenen. <i>L.</i> . . . .	180
Albit vom Kasbék . . . . .	373	Baryt von Mittelagger. <i>L.</i> . . . .	91, 180
Allanit. <i>L.</i> . . . . .	258	Barythydrat. <i>L.</i> . . . . .	364
Amphibolit. <i>L.</i> . . . . .	371	Basalt. <i>L.</i> . . . . .	459
Analcim. <i>L.</i> . . . . .	31, 370	Basalt i. Contact m. Quarzit . . . . .	518
Anatas <i>L.</i> . . . . .	259, 365, 460	Basaltähnliche Gesteine . . . . .	56
Andesin, Axenelemente <i>L.</i> . . . .	460	Basaltische Laven u. Tuffe d. Provinz Haurán u. v. Dired et-Tulál in Syrien . . . . .	461
Andesit . . . . .	322 u. ff.	Bauer M., Kalkspath nach Aragonit. <i>L.</i> . . . . .	363
Antimon, künstl. Zwill. <i>L.</i> . . . .	460	Baumhauer H., Kryolith. — Mikroak. Beschaffenh. eines Buntkupfererzes v. Chloride. Boracit. <i>L.</i> . . . .	363
Antimonglanz. <i>L.</i> . . . . .	91	Becke F., Zwillingverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole . . . . .	93
Apatit . . . . .	28	— Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe . . . . .	200
Apophyllit. <i>L.</i> . . . . .	33, 260	— Notizen a. d. nieder-österr. Waldviertel . . . . .	250
Aragonitpseudomorphose. <i>L.</i> . . . .	369	Beckenkamp, Bestimm. d. Elasticitätsconstanten. <i>L.</i> . . . . .	258
Arequipa, Gesteine d. Vulcangruppe v. Argentobismutit. <i>L.</i> . . . . .	365	— Erwärmungsvorrichtung d. Goniometers. <i>L.</i> . . . . .	362
Arlbergtunnel. <i>L.</i> . . . . .	258	Becker A., Schmelzbarkeit des kohlen-sauren Kalkes . . . . .	122
Arsenopyrit. <i>L.</i> . . . . .	365	— Schmelzvers. mit Pyroxenen und Amphibolen. Ueb. Olivinknollen. <i>L.</i> . . . .	258
Arzruni, scisto paragonitif. — Schles. u. amerik. Mineralien. <i>L.</i> . . . .	258		
— Granitische Gesteine d. Urals (Beresit). <i>L.</i> . . . . .	363		
Asbest. <i>L.</i> . . . . .	460		
Augit . . . . .	17		
Augit, automorph . . . . .	18		
Augit, xenomorph . . . . .	21		
Augit und Hornblende . . . . .	24		
— Pseudomorph. nach — . . . . .	21		



	Seite		Seite
Becker G., Stratigraphy of California.		<b>Cadmiumhydrat, künstl. L.</b> . . . . .	370
— Mineral Belts. — Impact friction and faulting. — Geometrical form of volcanic cones and the clastic limit of lava. — A theorem of maximum dissipativity. — A new law of thermo-chemistry. L.	363	Calderon, Roches cristallines massives de l'Espagne. L.	258
Beegerit. L.	365	Cathrein A., U. Wildschönauer Gabbro	189
Beitr. z. Kenntn. d. Zirkone i. Gestein.	423	— Umwandl. d. Granaten in Amphibolschiefern. — N. Flächen am Adular. — Verbreit. umgewand.	
Bellati M. u. Romanese R., Sul calore di trasformaz. dell'azotato potassico. L.	258	Granaten i. d. Oetzthaler Alpen. L.	364
Beresit. L.	363	Cappelinit. L.	258
Bertrand E., Nouveau réfractomètre — Microscope permettant de mesurer l'écartement des axes optiques et les indices de réfraction. L.	363	Cerussit. L.	371
Berwerth F., Der Boden Siebenbürgens. L.	363	Chemische Zusammensetzung seltener Minerale aus Ungarn . . . . .	261
Beryllvorkommen am Ifinger . . . . .	455	Chloritoidphyllit. L.	92
Bimsteintuff . . . . .	357	Chondroit. L.	371
Biotit . . . . .	26	Chrustschoff K. v., Secund. Glaseinschlüsse . . . . .	64
Blaas J., Glacialformation im Innthale. I. L.	363	— Ueb. e. eigenthüml. Einschluss im Granitporphyr von Beucha . . . . .	181
Bleisilicat, künstl. L.	364	— Ueber pyrogenen Quarz und Tridymit . . . . .	295
Böhm A., D. alten Gletscher d. Enns und Steyr. L.	363	— Beitr. z. Kenntn. d. Zirkone in Gesteinen . . . . .	423
Bombicci L., Corso di Litologia. Manuale di petrografia. L.	258	v. Chrustschoff, Granit d. Mte. Mulatto. — Hypérite a struct. porph. Amér. — Verres basalt. — Nouveau type de pyroxène. — Granite variolit., Craftsbury, Amér. — Roche basaltique de la Sierra verde (Mexique). — Analyse spectral appliquée aux études microminéralogiques. L.	364
Bornhöft E., Geolog. Verhältn. d. Greifswalder Boddens. L.	258	— Wolhynit. L.	459
Bournonit von Nagyg. . . . .	292	Colemanit. L.	91, 180, 260, 364, 367
Bouteillenstein. L.	260	Columbit. L.	92
Braunit von Jakobsberg . . . . .	443	Commenda H., Bibliographie Oberösterreichs. L.	258
Brauns R., Opt. anomale Krystalle. L.	258	— Mineralien Oberösterreichs. L.	459
— Manganit v. Oberstein. — Structurflächen des Sylvin. L.	459	Contactwirkungen, Nachahmung v. L.	459
Breñosa R., Dimorfismo de bisilicato de cal. L.	258	Cordierit. L.	460
— Macia de yeso. L.	363	Cosalit. L.	365
Braunspath n. Kalkspath. L.	369	Credner H., Granulitgebirge. L.	90
Bréon R., Géologie de l'Islande et des Iles Fœroes. L.	363	— Geolog. Landesunters. L.	364
Brögger W. C., Om katapleitens tvillinglove. Låvenit og Cappelinit. — Isolationsapparat. L.	258	Cross Wh. u. Hillebrand, Mineralogy Rocky Mountains. L.	364
Bronzitzwillinge . . . . .	93	<b>Dana E. S., Herderit. Allanit. Apatit. Tysonit. L.</b> . . . . .	258
Brucit, künstl. L.	370	— Thynolite of Lake Lahontan. L.	364
Bücking H., Gebirgsstörungen SW. v. Thüringer W. L.	363	Dana u. Penfield, Hanksite. Artific. crystal. Lead Silicate. L.	364
Bunsen R., Flammenreactionen. L.	363	Danker J., Experimentelle Prüfung d. Gesetze d. Totalreflexion. L.	459
Buntkupfererz. L.	363	Datolith. L.	259
Busatti L., Schisti a glaucofane della Corsica. — Baryt. Eisenglanz-Zwillinge. Chlorit. Quarz. Gyps. Pyrolusit. Magnetit. Epidot. L.	363	Diabas. L.	363
Busz C., Baryt v. Mittelagger. L.	180	Diener C., Centralstock d. julischen Alpen. L.	90
		— Lias d. Rofangruppe. L.	180

	Seite		Seite
Diller J. S., Fulgurite. <i>L.</i> . . . .	180	Foyait. <i>L.</i> . . . .	180
Diopsid, polysynth. Zwill. <i>L.</i> . . . .	92	Franklin, Aetzung . . . . .	224
— künstl. Zwill. <i>L.</i> . . . .	460	Fuchs C. W. C., Vulcanische Ereignisse des Jahres 1884 . . . . .	146
Diorit. <i>L.</i> . . . .	363	— Statistik der Erdbeben von 1865 bis 1885. <i>L.</i> . . . .	459
Doelter C., Synthese und Zusammens. d. Pyrrhotin . . . . .	535	Fugger E. und C. Kastner, Naturw. Stud. u. Beob. über Salzburg. — Besprechung . . . . .	364
— Abhängigkeit d. opt. Eigensch. v. d. chem. Zus. b. Pyroxen. <i>L.</i> . . . .	90	Fulgurite v. Mt. Thielson. <i>L.</i> . . . .	90
— Künstl. Darstell. einig. Sulfide u. Sulfosalze. <i>L.</i> . . . .	364	Fulgurite v. Mt. Blanc. <i>L.</i> . . . .	260
— Synthetische Studien: Künstl. $CaSiO_3$ ; Pektolith u. $CaNa_2Si_2O_6$ . Nachahm. v. Contactwirkungen. <i>L.</i> . . . .	459	Gabbro, niederschlesisch. <i>L.</i> . . . .	371
Doss B., Die basaltischen Laven u. Tuffe der Provinz Haurán etc. . . . .	461	Gabbro a. d. Wildschönau u. d. hervorg. schief. Gesteine . . . . .	75
v. Ebner V., Lösungsflächen d. Kalkspathes u. d. Aragonites. <i>L.</i> . . . .	364	Gabbro, Wildschönauer . . . . .	189
Egleston T., Working placer deposits in the United States. <i>L.</i> . . . .	459	Galenobismutit, selenif. <i>L.</i> . . . .	365, 371
Einschluss, eigentüml. im Granitporphyr von Beucha . . . . .	181	Geinitz, Lausitzer Porphyre u. Grünsteine, Basalt v. Stolpen. <i>L.</i> . . . .	459
Einschlüsse, secundäre Glas- . . . .	64	Genth F. A., Herderite. <i>L.</i> . . . .	90
Eisenknebelit = Igelströmit. <i>N. M.</i> . . . .	112	— Tin and assoc. Minerals — Joséite and Tetradymite — Seleniferous Galenobismutite — Argentobismutite (Silberwismuthglanz) — Cosalite — Schirmerite and Beegerite — Tetrahedrite, Sylvanite — Polybasite — Arsenopyrite and Scorodite — Alteration of Magnesian limestone — Ilmenite; Oligoclase — Topaz — Muscovite, pseudomorphous after Nephelite? — Stilpnomelane pseudomorphs, Ankerite — Calamine — Titanite — Vanadinite — Annabergite — Herderite. <i>L.</i> . . . .	365
Eisenmohr. <i>L.</i> . . . .	369	Genth F. A. und G. vom Rath, Ueber Vanadate und Jodsilber von Lake Valley. <i>L.</i> . . . .	365
Eisenrhodonit . . . . .	117	— Vanadates and Jodyrite. <i>L.</i> . . . .	259
Emmons u. Becker, Precious metal deposits, Western United States. <i>L.</i> . . . .	364	Gerhardt. <i>L.</i> . . . .	371
Erdbeben . . . . .	147, 169, L. 259	Gesteine d. Vulcangruppe v. Arequipa . . . . .	308
Erdbeben von 1865—1885. <i>L.</i> . . . .	459	Glacialformation. <i>L.</i> . . . .	363
Eruptionen . . . . .	146	Glaseinschlüsse, secundäre . . . . .	64
Eruptivgesteine der schles.-mähr. Kreideformation . . . . .	1	Glaukophan. <i>L.</i> . . . .	363
Eruptivgesteine, Krzeszowice. <i>L.</i> . . . .	372	Gletscher. <i>L.</i> . . . .	180, 363
Erzgänge. <i>L.</i> . . . .	369	Gletschersand, miner. Zusammens. . . . .	452
Evans J. T., Colemanite. <i>L.</i> . . . .	180	Gneiss, „Blasseneck-“. <i>L.</i> . . . .	459
— Colemanite, chem. Unters. d. . . . .	364	Goldgewinnung in Californien. <i>L.</i> . . . .	460
Exner S., Ein Mikro-Refractometer. <i>L.</i> . . . .	180	Goniometer, Erwärmungsvorricht. . . . .	363
Famintzin A., Krystalle u. Krystallite. <i>L.</i> . . . .	258	Gooch, Separation of titanium and aluminium, titanium and iron. <i>L.</i> . . . .	259
Fichtelit, krystallis. . . . .	88	Granat. <i>L.</i> . . . .	460
Flammenreactionen. <i>L.</i> . . . .	363	Granat, Umwandlg. <i>L.</i> . . . .	364
Flussspath. <i>L.</i> . . . .	460	Granit v. Rostrenen. <i>L.</i> . . . .	180
v. Foulon, Krystallin. Schiefergest., Radstätter Tauern. <i>L.</i> . . . .	90	Granit, Mte. Mulatto. <i>L.</i> . . . .	364
— Gesteine u. Minerale d. Arlbergtunnels. <i>L.</i> . . . .	258	Granit, variolit. <i>L.</i> . . . .	364
— Baryhydrat u. Zwill. d. Strontianhydrat. <i>L.</i> . . . .	364		
— Grauwacke von Eisenerz, „Blasseneck-Gneiss“. — Verbreitung u. Variet. d. „Blasseneck-Gneiss“. <i>L.</i> . . . .	459		
Fouqué M., Tremblements de terre de l'Andalousie. <i>L.</i> . . . .	259		

	Seite		Seite
Granitporphyr von Beucha . . . . .	181	Igelström L. J., Hillangsite de Ludvika. — Xanthosäenite de Sjögrufvan (Süede). — Manganoxidul-arseniatet från Långvik. L. . . . .	367
Granophyr von Marbach . . . . .	250	— Polyarsenit v. Örebro. N. M. — L. . . . .	459
Graphitoid. L. . . . .	369	Igelströmit. N. M. . . . .	112
Grauwacke von Eisenerz. L. . . . .	459	Ilmenit. L. . . . .	365
v. Groddeck A., Zinnerlagerstätte d. Mount Bischoff. L. . . . .	259	Irving and Van Hise, Secondary enlargem. of mineral fragments. L. . . . .	259
— Quecksilbererze am Avala-Berge, Belgrad. L. . . . .	365	Irving & Chamberlin, Junction between the Eastern Sandstone and the Keweenaw series. L. . . . .	459
Groth P., Minerallagerstätten d. Dauphiné (Axinit, Epidot, Anatas.) L. . . . .	365	Isolationsapparat. L. . . . .	258
Grünsteine. L. . . . .	459	Isolirung v. Min. L. . . . .	92
v. Gümbel K. W., Geologie v. Bayern. Besprechung . . . . .	90	Itacolunit. L. . . . .	460
Hälfefinta . . . . .	197		
Hague and Hiddings, Development of crystallization in the igneous rocks of Washoe, Nevada. L. . . . .	365	Jackson Wendell A., Colemanite. L. . . . .	180
Handwörterb. der Mineralogie etc. Besprechung . . . . .	365	Jannasch P., Z. Zusammensetz. d. Vesuvians. — Löslichkeit d. Labradorers. — Foyait. — Bestimmung. d. a. Mineral. durch Trockenmittel abscheidbaren Wassers. — Wassergeh. d. Klinochlors. L. . . . .	180
Hanksite. L. . . . .	364	Jodasilber von Lake Valley. L. . . . .	365
Hatch F., Gabbro a. d. Wildschönau u. d. a. ihm hervorg. schief. Gest. — Gesteine der Vulcangruppe von Arequipa . . . . .	75 308	Jodyrit. L. . . . .	259
— Hypersthenandesit aus Peru. L. . . . .	259	v. John C., Persische Eruptivgest. L. . . . .	259
Hatle E., Die Minerale d. Herzogthums Steiermark. — Besprechung . . . . .	365	Joséit. L. . . . .	365
v. Hauer Fr., Erze u. Mineralien aus Bosnien. — Krausgrotte b. Gams. L. . . . .	90	Judd, Tertiary and older Peridotites of Scotland. L. . . . .	367
Haushofer K., Mikroskopische Reactionen. L. . . . .	91, 365		
— Mikrosk.-chem. Analyse. L. . . . .	259	Kainit. L. . . . .	459
Hedenbergit . . . . .	117	Kallait n. Apatit. L. . . . .	260, 371
Heim A., Gletscherkunde. L. . . . .	180	Kalkowsky E., Olivinzwillinge in Gesteinen. L. . . . .	91
Herderit. L. . . . .	90, 258, 365	— Elemente der Lithologie. L. . . . .	367
Hillangsit. N. M. — L. . . . .	367	Kalksilicat $CaSiO_3$ , künstlich. L. . . . .	459
Hiortdahl Th., Colemanit. L. . . . .	91	Kampferderivate, Krystallform. L. . . . .	372
Hirschwald J., Mineralog. Museum d. techn. Hochschule Berlin. — Besprechung . . . . .	366	Katapleitzwillinge. L. . . . .	258
Van Hise C. R., Enlargements of Hornblende fragments. L. . . . .	367	„Kelyphit“ Schrauf . . . . .	253
Hornblende und Augit . . . . .	24	Kenngott A., Nephrit v. Jordansmühl. Magnetismus des Tigerauges. Topas von Ouro preto. — Ueber Priceit, Colemanit u. Pandermit. L. . . . .	367
Humit. L. . . . .	371	Kieselzink u. Kalkspath. L. . . . .	369
Hussak E., Anleitung z. Bestimmen der gesteinsbildenden Mineralien. Besprechung . . . . .	91	Klein C., Opt. Stud. am Leucit. L. . . . .	91, 259
— Einschlüsse u. Ausscheidungen in Eruptivgesteinen. — Feldspathführender körniger Gase. Zwillingeverwachsung. u. Structur. d. Rutilkrystalle v. Modriach. L. . . . .	259	Klement et Renard, Réactions micro-chemiques. L. . . . .	459
Hydrogiobertit. N. M. — L. . . . .	369	Klinochlor-Wassergehalt. L. . . . .	180
Hyperit. L. . . . .	364	Knebelit . . . . .	119
Hypersthen-Andesite . . . . .	326, 338, 345, 350	Knop A., Augite d. Kaiserstahlgeb. L. . . . .	180
		— Sanidin u. Spinell im körnigen Kalkstein. — Freie Kieselsäure in Basaltgesteinen. L. . . . .	259

	Seite		Seite
Koch A., Umgebungen von Klausen- burg. <i>L.</i> . . . . .	180	Luedecke O., Geometr. u. opt. Eigen- schaft. d. Poly-Ammoniumsper- iodide. — Orthit, Datolith, Albit, Anatas. <i>L.</i> . . . . .	259
Koort W., Antimonglanz. <i>L.</i> . . . .	91	— Stassfurter Vorkommn.: Pinnoit, Pikromerit, Kainit u. Steinsalz <i>L.</i>	459
Krakatoa-Erupt. . . . .	168	Magnetismus d. Tigerauges. <i>L.</i> . . .	367
Krennerit von Nagyág . . . . .	264	Magnetit, Aetzung. . . . .	203
Kryokonit. <i>L.</i> . . . . .	259	Magnetkies. <i>L.</i> . . . . .	460
Kryolith. <i>L.</i> . . . . .	363	Magnetkies, Synthese . . . . .	535
Krystallin. Gesteine v. Quellgebiete des Czeremosz . . . . .	195	Malakolit. . . . .	117
Krystallsyst. d. Braunites v. Jakobe- berg . . . . .	443	Mallard E., Isomorphisme des Chlo- rates et des Azotates et la quasi- identité de l'arrangement molé- culaire dans toutes les substances cristallisées. <i>L.</i> . . . . .	368
Küch R., Petrograph. Mitth. a. d. südamerik. Anden. <i>L.</i> . . . . .	367	Manganit. <i>L.</i> . . . . .	459
Künstl. Magnetkies . . . . .	535	Manganhisingerit . . . . .	113
Künstl. Sulfide und Sulfosalze. <i>L.</i>	364	Mangan-Magnetit . . . . .	109
Labrador, Löslichk. <i>L.</i> . . . . .	180	Manganocalcit . . . . .	110
v. Lasaulx A., Granit u. d. Cam- brium d. hohen Venn. <i>L.</i> . . . .	91	Manganoxycit. <i>L.</i> . . . . .	369
— Opt. Verh. d. Korund; Blende- zwillinge; Liparite. <i>L.</i> . . . . .	259	Martit. <i>L.</i> . . . . .	369
— Einführung in die Gesteinslehre. Besprechung . . . . .	367	McCay L. W., Massive safflorite. <i>L.</i>	459
— Opt. Verhalt. u. Mikrostruct. d. Korund. <i>L.</i> . . . . .	368	Messerberg, Mexico. <i>L.</i> . . . . .	371
Laven, basaltische . . . . .	461	Meyer A. B., Zur „Nephritfrage“. <i>L.</i>	259
Lävenit. <i>L.</i> . . . . .	258	Michel Lévy et J. Bergeron, Roches cristallophylliennes et archéennes de l'Andalousie occidentale. <i>L.</i> . .	459
Ledroit, Trachydolerite des Vogels- berges. <i>L.</i> . . . . .	459	Mikrochemische Reactionen. <i>L.</i> . .	459
Leucit. <i>L.</i> . . . . .	91, 259, 260	Mikropetrographische Mittheilungen	295
Leucitpseudomorphose. <i>L.</i> . . . .	369	Mikroskopische Reactionen. <i>L.</i> . .	365
Leucitophyre. <i>L.</i> . . . . .	369	Milarit. <i>L.</i> . . . . .	260
Liebe, Zechsteingeb. Ost-Thüring. <i>L.</i>	368	Mineralog. Zusammensetzung eines Gletschersandes . . . . .	452
Liebisch Th., Apparate z. Bestimmg. v. Lichtbrechungsverhält. Fuess' Totalreflectometer. — Vorricht. z. Messung zersetzbarer Krystalle. <i>L.</i>	91	Minnigerode B., Unters. ü. d. Sym- metrieverhältn. u. d. Elasticität. <i>L.</i>	180
— Neuere Apparate zum Messen d. Winkels d. opt. Achsen. <i>L.</i> . . . .	180	— Wärmeleitung in Krystallen. I. <i>L.</i>	368
— Totalreflexion. <i>L.</i> . . . . .	259	Mischungsgesetz der Skapolithreihe	400
— Bestimmung d. Lichtbrechungs- verhältnisse doppeltbrech. Kryst. d. Prismenbeobacht. — Totalreflex. an doppeltbrech. Kryst. <i>L.</i> . . . .	368	Mispickel. <i>L.</i> . . . . .	460
— Bestimmung d. opt. Axen a. d. Schwungricht. eben. Wellen. <i>L.</i>	459	Moore u. Zepharovich, Kalait nach Apatit a. Calif. <i>L.</i> . . . . .	260
de Limur Cte., Catalogue raisonné des minér. du Morbihan. <i>L.</i> . . .	94	Mügge O., Gest. d. Massai-Landes. <i>L.</i>	180
Linnéit, Aetzung . . . . .	225	— Durch secund. Zwillingssb. bew. Flächenverschiebg. <i>L.</i> . . . . .	260
Liparite Islands. <i>L.</i> . . . . .	370	— Künstl. Zwillingssbildung durch Druck am Antimon, Wismuth u. Diopsid. — Flächenveränderungen durch secund. Zwillingssbildg. <i>L.</i>	460
Literatur . . . . .	90, 180, 258, 363, 459	Nagyágit von Nagyág . . . . .	267
Lösungswiderstand, Max. a. d. prim. Aetzflächen . . . . .	227	Natrolith . . . . .	33, <i>L.</i> 370
Lorenzen J., Fossile traestammer. Kryokonit. <i>L.</i> . . . . .	250	Naturkunde, allgemeine, Das Leben der Erde und ihrer Geschöpfe. — Besprechung . . . . .	368

Digitized by Google

Seite	Seite
Scacchi Eug., Idrogiobertite, n. sp.	Stadtländer C., Mineralien v. Stempel:
— Aragonite metamorffizata —	Analcim, Natrolith u. Phillipsit. <i>L.</i> 370
Fluorite d. una lava vesuviana —	Steiermark, Minerale d. Herzogth. <i>L.</i> 365
Leucite metamorffizata in ortoclasia	Steinsalz. <i>L.</i> . . . . . 459
vitrea <i>L.</i> . . . . . 369	Stelzner, Entwicklung der petrogr.
— Cordierite alterata. — Granato. <i>L.</i> 460	Unters.-Methoden. <i>L.</i> . . . . . 260
Schalch F., Prehnit v. Globenstein,	— Nephelinit vom Podhorn bei
Rittersgrün etc. — Kieselzinkerz	Marienbad. <i>L.</i> . . . . . 370
und Braunspath nach Kalkspath	— Beitr. z. Geolog. der Argentin.
— Martit — Eisenmohr. <i>L.</i> . . . 369	Republik u. d. angrenz. Theiles d.
Schirmerit. <i>L.</i> . . . . . 365	chilen. Cordillere. — Besprechung 370
Schlacken. <i>L.</i> . . . . . 371	Stephanit v. Mexico. <i>L.</i> . . . . . 260
Schmelzbarkeit d. kohlens. Kalkes	Streng A., Mikroskop.-chem. React. <i>L.</i> 92
Schmidt A., Minerale v. Pelsöcz-Arco;	— N. mikroskop.-chem. React. auf
— e. Andesits v. Málnás. <i>L.</i> . . . 260	Natrium. — Mikrosk.-chem. React.
Schmidt C., Porphyre d. Centralalpen	Fortsetzung. <i>L.</i> . . . . . 370
u. d. mit denselben auftretenden	Strontianhydrat, Zwill. <i>L.</i> . . . . 364
Gesteine. <i>L.</i> . . . . . 370	Struever J., Columbit. <i>L.</i> . . . . . 92
Schmidt C. W., Liparite Islands. <i>L.</i> 370	— Mineralog. d. vulcani Sabatini. <i>I. L.</i> 260
Schrauf A., Ueb. d. Azimuthdifferenz	Suess E., Das Antlitz der Erde. <i>L.</i> 92
doppeltgebrochener Strahlen. Beob.	Sundagebiet, Eruption . . . . . 146
am Calcit. <i>L.</i> . . . . . 370	Svedmark E., Skapolitförande ber-
Schröder M., Chloritoidphyllit. <i>L.</i> . 92	garter. — Granit, Gneis. — Pro-
— Erläut. z. geolog. Spezialkarte	terobas. <i>L.</i> . . . . . 371
Sachsens. Sect. Falkenstein. <i>L.</i> . 370	Sylvanit. <i>L.</i> . . . . . 365
de Schulten A., Brucite, l'hydrate	Sylvanit von Offenbánya . . . . . 262
de cadmium cristallisé, strengite	Sylvin, Structurflächen d. <i>L.</i> . . . 459
(artific.) <i>L.</i> . . . . . 370	Synthese des Magnetkieses . . . . . 535
Schuster M., Kryst. Fichtelit . . . . 88	
— Ueber den Albit vom Kasbék . . . 373	
— Braunit von Jakobsberg . . . . . 443	
— N. Beryllvorkommen, Idinger . . . 455	
Schwedische Minerale . . . . . 108	
Secundäre Glaseinschlüsse . . . . . 64	
Seeck A., Diluvialgeschiebe, grani-	
tische — Ost- u. Westpreussen. <i>L.</i> 92	
Seligmann, Anatas — Magnetkies	
— Wolframit. <i>L.</i> . . . . . 460	
Semseyt von Felsöbánya . . . . . 283	
Serpentine. <i>L.</i> . . . . . 371	
Sierra Nevada. <i>L.</i> . . . . . 460	
Silberwismuthglanz. <i>L.</i> . . . . . 365	
Silfbergit <i>N. M.</i> . . . . . 115	
Sipöcz L., Chem. Zusammensetzung	
einiger selten. Minerale aus Ungarn 261	
Skapolith. <i>L.</i> . . . . . 371, 460	
Skapolithreihe, Mischungsgesetz der	
Skorodit. <i>L.</i> . . . . . 365	
Solly, Tetartohedral developm. of	
Tourmalin — Calcit fr. Takerville	
mine. <i>L.</i> . . . . . 260	
— Minerals fr. Cornwall and Devon. <i>L.</i> 460	
Spezia, Itacolumit. <i>L.</i> . . . . . 460	
Sphen, amerik., Ursache d. Spalt-	
barkeit desselben. <i>L.</i> . . . . . 371	
Spinell, Aetzung . . . . . 224	
	Tenne C. A., Gesteine des Cerro de
	las Navajas. — Cambr. Sandstein
	mit Flussspath. <i>L.</i> . . . . . 371
	Teschenit . . . . . 1, 14
	Teschenite d. Kaukasus . . . . . 61
	Teschenit v. Nagyköves . . . . . 63
	Tetrahedrit. <i>L.</i> . . . . . 365
	Tetradymit. <i>L.</i> . . . . . 365
	Thinolith. <i>N. M.</i> — <i>L.</i> . . . . . 364
	Tiegeranges, Magnetismus des. <i>L.</i> . 367
	Titaneisen . . . . . 30
	Titanit . . . . . 31
	Topas, Ouro preto. <i>L.</i> . . . . . 367
	Toula Fr., Karte d. Verbreit. nutz-
	barer Mineralien d. österr.-ungar.
	Monarchie. <i>L.</i> . . . . . 92
	Trachydolerite d. Vogelsberges. <i>L.</i> . 459
	Traube H., Nephrit v. Jordansmühl. <i>L.</i> 92
	— Nephrit v. Jordansmühl. Gabbro,
	Amphibolite u. Serpentine d. nieder-
	schles. Gebirges. <i>L.</i> . . . . . 371
	Tridymit . . . . . 68
	Tridymit, pyrogener . . . . . 295
	Tridymit v. Krakatau. <i>L.</i> . . . . 260
	Tschermak, Zinnober v. Nikitowka. 361
	— D. Mischungsges. d. Skapolithreihe 400

	Seite		Seite
Tuffe . . . . .	354	Wiik F. J., Beryll, Topas, Epidot.	
— quarzführend . . . . .	356	— Granit, Gneiss- und Krystallin.	
— basaltische . . . . .	461	Schiefer. <i>L.</i> . . . . .	371
— Palagonit- . . . . .	522	Williams G. H., Perfect cleavage in	
Turmalin, Tetartoëdrie. <i>L.</i> . . . .	260	Americ. Spheue. — Peridotites <i>L.</i> 371	
Turmalinolit. <i>L.</i> . . . . .	363	v. Wingard Fr. C., Humite, Chondroit; directe Fluorbestimmg. <i>L.</i> 371	
Tysonit. <i>L.</i> . . . . .	258	Wismuth, künstl. Zwill. <i>L.</i> . . . .	460
Uranoxyde. <i>L.</i> . . . . .	369	Wolf J. E., Petrography of the	
Vacek M., Geologie d. Radstätter		Crazy Mts. <i>L.</i> . . . . .	371
Tauern. <i>L.</i> . . . . .	92	Wolframit. <i>L.</i> . . . . .	460
la Valle G., Geminati polisintetici		Wolframit von Felsöbánya . . . . .	270
del diopside di Val d'Ala. <i>L.</i> . . .	92	Wolhynite. <i>L.</i> . . . . .	459
Vanadate. <i>L.</i> . . . . .	259	Xanthoarsenit. <i>L.</i> . . . . .	367
Vanadinit. <i>L.</i> . . . . .	365		
Vesuv . . . . .	146	v. Zaffank, Die Erdrinde und ihre	
Viridit, . . . . .	78	Formen. <i>L.</i> . . . . .	371
Vogt, Studier over slagger. I. <i>L.</i> .	371	v. Zepharovich V., Cernusit v. Lüttai.	
Vulkan, neuer. . . . .	147	Kallait (Türkis) nach Apatit. <i>L.</i> 371	
Vulkanische Ereign. d. Jahres 1884	146	— Kampferderivate. III. — Ortho-	
Wad . . . . .	111	klas als Drusenminer. i Basalt. <i>L.</i> 372	
Wärmeleitung i. Kryst. <i>L.</i> . . . .	368	— Derivate d. Chelidonsäure u. d.	
Waldviertel, Notizen a. d. nieder-		Oxyppridin. <i>L.</i> . . . . .	460
österreichischen — . . . . .	250	Zinkblende von Kapnik . . . . .	286
Walther J., Die gesteinsbild. Kalk-		Zinkblende von Nagyág . . . . .	287
algen v. Neapel u. d. Entstehung		Zinkblende von Rodna . . . . .	289
structurloser Kalke. <i>L.</i> . . . .	371	Zinkblende von Schemnitz . . . . .	291
Websky M., Construct. flacher Zonen-		Zinn. <i>L.</i> . . . . .	365
bögen b. stereogr. Kugel-Project. <i>L.</i>	371	Zinnober von Nikitowka . . . . .	361
Wehrlit von Deutsch-Pilsen . . . .	271	Zirkel, Mineralogie. <i>L.</i> . . . . .	372
Weibull M., Schwedische Minerale .	108	Zirkone aus dem normalen Granit .	187
— Mineralföreskomsten vid Vestra		Zirkone in Gesteinen . . . . .	423
Silfberg. — Olivgruppens mineral.		Zschau, Quarz im Syenit. <i>L.</i> . . .	372
— Selenhaltig galenobismutit. <i>L.</i> 371		Zwillinge, angeblich anomale von	
Wells a. Penfield, Gerhardtite and		Augit und Hornblende . . . . .	98
Artificial Basis Cupric Nitrates. <i>L.</i>	371	Zwillinge höher. Grad. b. Albit . .	395
Wichmann A., Schmelzbarkeit des		Zwillingsbildung, künstliche. <i>L.</i> .	460
kohlens. Kalks. . . . .	256	Zwillingsbildung bewirkt Flächen-	
— Gesteine v. Labrador. Isolirung		verschiebung. <i>L.</i> . . . . .	260
von Mineralien. <i>L.</i> . . . . .	92	Zwillingsverwachungen gesteinsbild.	
Wichmann H., Mineralog. Zusammens.		Pyroxene und Amphibole . . . . .	94
eines Gletschersandes . . . . .	452	Zuber, Eruptivgest. v. Krzeszowice. <i>L.</i>	372

**MINERALOGISCHE**  
**UND**  
**PETROGRAPHISCHE**  
**MITTHEILUNGEN**

HERAUSGEGEBEN VON

**G. TSCHERMAK.**

(NEUE FOLGE.)

**ACHTER BAND.**

MIT 7 TAFELN, EINER KARTE UND 24 ABBILDUNGEN IM TEXTE.

---

WIEN 1887.

**ALFRED HÖLDER,**  
**K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,**  
**ROTHENTHURMSTRASSE 15.**



~~~~~  
**Alle Rechte vorbehalten.**  
~~~~~

# Inhalt.

---

## 1. und 2. Heft.

	Seite
I. Analysen einiger Mineralien und Gesteine aus Belgien. Von C. Klement in Brüssel . . . . .	1
II. Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885. 21. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs . . . . .	28
III. Ueber einige trachytische Gesteine von der Insel San Pietro. Von Franz Eigel. (Mit einer Karte) . . . . .	62
IV. Ueber einige Eruptivgesteine der pontinischen Inseln. Von Franz Eigel . . . . .	73
V. Diabasporphyrat aus der Umgegend der Stadt Petrosawodsk im Olonetzser Gouvernement. Von Constantin von Vogdt. (Mit Tafel I) . . . . .	101
VI. Die Auswurfblöcke des Monte Somma. Von Bruno Mierisch aus Döbeln i. S. (Mit 15 Abbildungen im Texte) . . . . .	113
VII. Notiz: Analyse des Berylls vom Ifinger. Von R. Pfibram. — Literatur . . . . .	190

## 3. und 4. Heft.

VIII. Beitrag zur Petrographie des Hererolandes in Südwest-Afrika. Von Heinrich Wulf . . . . .	193
IX. Aetzversuche am Pyrit. Von Friedrich Becke. (Mit Tafel II—IV und 4 Holzschnitten) . . . . .	239
X. Ueber Chloritoidschiefer von Grossarl. Von A. Cathrein . . . . .	331
XI. Notiz: Brookit vom Schwarzkopf, Fusch. Von Heinrich Wichmann . . . . .	338
Literatur . . . . .	340

a \*

## 5. Heft.

	Seite
XII. Der Meteorit von Angra dos Reis. Von E. Ludwig und G. Tschermak	341
XIII. Beiträge zur Kenntnis der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees. Von Lucius L. Hubbard aus Cambridge, Mass. (Mit Tafel V, VI, VII und 4 Abbildungen im Texte) . . . . .	356
XIV. Beiträge zur Mineralogie Tirols. Von A. Cathrein . . . . .	400
XV. Notiz: Zwillingsartige Verwachsung von Orthoklas. Von G. Tschermak. (Mit 1 Holzschnitt.) — Literatur . . . . .	414

## 6. Heft.

XVI. Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Von A. Lagorio, Professor an der Universität Warschau . . . . .	421
XVII. Literatur . . . . .	530
Register . . . . .	531

# I. Analysen einiger Mineralien und Gesteine aus Belgien.

Von C. Klement in Brüssel.

Die Mineralien und Gesteine, deren Analysen im folgenden mitgetheilt werden, gehören zumeist jenen ältesten geologischen Schichten von Belgien an, die von Dumont<sup>1)</sup> als Terrain ardennais und Terrain rhenan bezeichnet werden. In jeder dieser beiden Formationen unterscheidet Dumont drei Unterabtheilungen, die er Systeme nennt, und die von oben nach unten gerechnet in nachstehender Aufeinanderfolge auftreten:

	{	Système ahrien.
Terrain ardennais	{	" coblentzien.
	{	" gedinnien.
	{	" salmien.
Terrain rhenan	{	" revinien.
	{	" devillien.

Das Terrain ardennais, gegenwärtig allgemein als dem Cambrium angehörig betrachtet, ist nur an vier Punkten in den Ardennen zugänglich, die von Dumont als die Massifs von Rocroi, Givonne, Stavelot und Serpont bezeichnet werden. Von dem Terrain rhenan wurde im Jahre 1860 von Gosselet ein Theil, und zwar der in Brabant und im Condroz auftretende, als dem Silur angehörig erkannt, während der übrige grössere Theil den untersten Schichten des Devons zuzurechnen ist.

<sup>1)</sup> Dumont, Mémoire sur les terrains ardennais et rhenan. (Mém. Acad. Belg. XX u. XXII.)

An den Gesteinen dieser verschiedenen Formationen sind häufig Erscheinungen von Metamorphismus in ganz ausgezeichneter Weise zu beobachten. Besonders ist dies der Fall in einer Zone, deren Axe, ungefähr von WSW. nach ONO. gerichtet, die Orte Rimogne, Monthermé, Paliseul, Bastogne und Longvilly berührt; Dumont bezeichnet dieselbe als „metamorphische Zone von Paliseul“. Die an den betreffenden Gesteinen beobachteten Modificationen, hervorgerufen durch die Einwirkung von Agentien, über deren Natur die Ansichten noch vielfach getheilt sind, bestehen hauptsächlich darin, dass die ursprünglich sandigen, thonigen oder kalkigen Sedimente eine krystallinische Structur annahmen, und dass sich in denselben die als Resultat von Metamorphismus charakteristischen Mineralien, als Magnetit, Granat, Hornblende, Ottrelit, Ilmenit, Bastonit etc. bildeten.

Die zu den folgenden Analysen verwendeten Materialien sind grösstentheils von A. Renard gesammelt und mir zur chemischen Untersuchung übergeben worden. Die betreffenden Gesteine und Mineralien sind zumeist, sowohl in geologischer als petrographischer Beziehung von dem genannten Forscher und Anderen eingehend beschrieben worden, auf deren Arbeiten im folgenden genauer verwiesen werden soll. In den weiter unten zu erwähnenden Abhandlungen Renard's sind diese Analysen zuerst veröffentlicht worden.

### **Phyllite aus dem Massif von Rocroi (I—VII).**

An der Zusammensetzung dieses Massifs nehmen hauptsächlich Phyllite und Quarzite theil, deren Schichten sämmtlich gleichmässig nach Süden zu abfallen. Nach Gosselet<sup>1)</sup> kann man in demselben vier Zonen unterscheiden, die von N. nach S. in nachstehender Reihenfolge auftreten: 1. Violette Schiefer von Fumay, 2. Schwarze Schiefer von Revin, 3. Magnetitführende Schiefer von Deville und 4. Schwarze Schiefer von Bogny. Dumont hält die violetten Schiefer von Fumay den magnetithaltigen Schiefern von Deville für analog und reiht diese beiden seinem Devillien ein, während die schwarzen Schiefer von Revin und Bogny sein Revinien bilden; das Système salmien ist in dem Massif von Rocroi nicht vertreten. Gosselet hält diese Ansicht Dumont's, wonach die beiden Zonen von Fumay und Deville die

<sup>1)</sup> Vergl. unter Anderem den Bericht über die Excursion der französischen geologischen Gesellschaft in die Ardennen im Jahre 1883. (Bull. Soc. géol. France, 3. Serie, 11. Bd., pag. 636 u. 664.)

höchsten Punkte eines wellenförmigen Schichtensystems bilden, in dessen Mulden sich die später gebildeten revinischen Schiefer abgesetzt hätten, nicht erwiesen, sondern glaubt, dass die Aufeinanderfolge der vier Zonen durch ihr relatives geologisches Alter bedingt sei. Nach seiner Ansicht ist es nicht sicher, ob diese Schichten nur eine seitliche Hebung oder aber eine vollständige Ueberstürzung erfahren hätten; im ersteren Falle wäre die Zone von Fumay, im letzteren die Zone von Bogny die älteste.

Die hierher gehörigen Phyllite bestehen entweder nur aus einer vollkommen homogenen, dichten, lamellösen Masse, in der sich mit blossen Auge keinerlei einzelne Bestandtheile erkennen lassen, oder sie enthalten in einer ebensolchen Grundmasse kleine Einsprenglinge verschiedener Mineralien, als Magnetit, Ottrelit, Ilmenit, Pyrit etc., die dem Gesteine eine ganz charakteristische Beschaffenheit ertheilen; Dumont hat nach dem Fehlen oder Vorhandensein solcher Einsprenglinge diese Schiefer als *Phyllades simples*, *aimantifères*, *ottrelitifères*, *pyritifères* etc. bezeichnet. Sie zeigen alle eine mehr oder weniger ausgesprochene schiefrige Textur; besonders ist dies der Fall bei den Phylliten der beiden Zonen von Fumay und Deville, die bei relativ bedeutender Härte und Festigkeit eine ausgezeichnete parallel- und ebenblättrige Schieferstructur besitzen und daher als Dachschiefer eine ausgebreitete Verwendung finden. Nach Renard<sup>1)</sup> bestehen sie hauptsächlich aus Sericit, Chlorit und Quarz, denen sich in zweiter Linie noch geringere Mengen von Magnetit, Eisenglanz, Ottrelit, Ilmenit, Pyrit, Magnetkies, Granat, Rutil, Turmalin, Sillimanit (?), Zircon, Calcit und kohlenartige Substanzen anschliessen; ausserdem enthalten fast Alle Spuren von Phosphor- und Schwefelsäure. Vor dem Löthrohre sind sie in dünnen Splittern mehr oder weniger leicht schmelzbar; von concentrirter Salz- oder Schwefelsäure werden sie in der Hitze unter Entfärbung theilweise zersetzt.

I. Magnetitführender Phyllit von Rimogne. Dieser Schiefer gehört dem Devillien Dumont's oder der Zone von Deville Gosselet's an, wo er in mächtigen Schichten mit Quarzit und mit Schiefer ohne Magnetit abwechselnd auftritt. Dieser Phyllit, der

---

<sup>1)</sup> Renard, *Recherches sur la composition et la structure des phyllades ardennais*. (Bull. Musée Royal Hist. Nat. Belg. I, II, III. 1882—1884.)

kürzlich auch von Geinitz<sup>1)</sup> beschrieben wurde, besitzt eine grünlich- oder bläulichgraue Farbe, seidenartigen Glanz und eine vollkommene schiefrige Structur. Die Oberfläche der harten, elastischen, flachen oder nur wenig wellenförmig gekrümmten, kantendurchscheinenden Schieferblättchen ist fein gefältelt und mit zahlreichen elliptischen schwarzen Knötchen von etwa 2—3 Millimeter Länge und 0·5 Millimeter Breite besetzt, die meist ihrer Längsrichtung nach in parallelen Reihen angeordnet sind und eine gewisse Rauigkeit des Gesteins bedingen. Mit Hilfe der Loupe erkennt man, dass diese Knötchen hauptsächlich von octaëdrischen Magnetitkrystallen von etwa 0·5 Millimeter Durchmesser gebildet werden, die auf den Schieferungsflächen, da sie hier noch von einer zarten Hülle bedeckt sind, matt, auf dem Querbruche dagegen, wo sie frei liegen, lebhaft glänzend erscheinen. An diese Magnetitkörnerchen, die das Centrum der Knoten bilden, und an deren Stelle in gewissen Partien des Gesteins kleine Krystalle von Pyrit treten, reihen sich nach beiden Seiten der Länge nach je eine Zone von körnigem Quarz und von einem grünen schuppigen Mineral, Chlorit nach Cohen<sup>2)</sup> und Renard, das allmählig in die Gesteinsgrundmasse übergeht, während die Längsseiten der Knoten scharf davon abgegrenzt erscheinen. Ausser Sericit, Quarz und Magnetit enthält dieser Schiefer nach Renard noch constant Rutil, Turmalin, Zirkon und Sillimanit (?); als mehr zufällige Bestandtheile finden sich Calcit, Limonit, Eisenglanz und Kohle. Das analysirte Gesteinsfragment stammt aus dem Schieferbruche Pierka in Rimogne.

1·1891 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Sipöcz'schen Methode, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0385 Gramm Wasser, 0·6989 Gramm Kieselerde, 0·0272 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2321 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1127 Gramm Eisenoxyd, 0·0025 Gramm Kalk und 0·0730 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·1530 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 7·5 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter derselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

<sup>1)</sup> Geinitz, Der Phyllit von Rimogne in den Ardennen. (Tschermak's Min. Mitth. 1880, pag. 533.)

<sup>2)</sup> Neues Jahrb. f. Min. 1882, II, pag. 67.

1·1248 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0817 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1801 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·60 Gramm Substanz unter Wasser mit einem starken Magnetstabe behandelt gaben 0·072 Gramm Magnetit.

II. Blaugrauer Phyllit von Rimogne. Wie bereits im Vorhergehenden erwähnt wurde, wechselt in der Zone von Deville der magnetithaltige Phyllit mit Schichten eines magnetitfreien Schiefers, welch' letzterer besonders in der Umgebung von Rimogne eine bedeutende Mächtigkeit erreicht und wie jener als Dachschiefer Verwendung findet. Er besitzt ungefähr dieselben physikalischen Eigenschaften, wie der vorhergehend beschriebene, nur dass seine Oberfläche in Folge des Fehlens der Magnetitknötchen vollkommen glatt und mild erscheint; seine Farbe ist gewöhnlich etwas dunkler als die des ersteren. Auch in seiner mineralogischen Zusammensetzung stimmt er nach Renard mit jenem vollkommen überein, abgesehen von dem Fehlen des Magnetits, an dessen Stelle hier längliche Blättchen eines meist opaken, seltener an der Peripherie mit bräunlicher Farbe durchscheinenden Minerals in reihenförmiger und paralleler Anordnung treten, die von Renard als Eisenglanz oder Titaneisen gedeutet werden; dieselben sind indessen nur bei der mikroskopischen Beobachtung sichtbar. Das zur Analyse verwendete Material stammt aus dem Schieferbruche La Richolle in Rimogne.

1·0840 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlsaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0381 Gramm Wasser, 0·6659 Gramm Kieselerde, 0·0079 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2070 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0896 Gramm Eisenoxyd, 0·0033 Gramm Kalk und 0·0688 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7402 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenem Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 3·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

0·7775 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0520 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1300 Gramm Kaliumplatinchlorid.



III. Violetter Phyllit von Fumay. Derselbe bildet mächtige Schichten in der Zone von Fumay, wo er als Dachschiefer eine sehr ausgedehnte Verwendung findet. Er ist wie die beiden vorhergehend beschriebenen Schiefer in sehr dünne, flache, elastische und kantendurchscheinende Blättchen spaltbar, die einen seidenartigen Glanz und eine relativ bedeutende Härte und Cohärenz besitzen. Von dem magnetithaltigen Phyllit von Rimogne unterscheidet er sich hauptsächlich durch seine charakteristische violette Färbung, sowie durch die vollkommen glatte und milde Beschaffenheit seiner Oberfläche: er besteht in der That nur aus einer durchaus homogenen, von mit blossem Auge wahrnehmbaren Einsprenglingen vollkommen freien Masse, stimmt also in dieser Beziehung mit dem magnetitfreien Phyllit von Rimogne überein, von dem er äusserlich nur durch seine Farbe unterschieden ist. Unter dem Mikroskop erkennt man nach Renard, dass er hauptsächlich aus Quarz, Sericit, Chlorit und Eisenglanz besteht, an die sich als secundäre Bestandtheile noch Rutil, Turmalin, Zircon, Apatit und besonders Calcit<sup>1)</sup> anschliessen. Von diesen Mineralien ist vor allem der Eisenglanz, dem das Gestein seine Färbung verdankt, als besonders charakteristischer Bestandtheil hervorzuheben. Derselbe vertritt hier die Stelle des Magneteisens in den Schiefen von Deville und entspricht, wie die chemische Analyse zeigt, auch seiner Menge nach ungefähr dem Magnetit dieses letzteren. Schon Dumont erkannte diese Analogie und suchte die Verschiedenheit in den Oxydationsstufen des Eisens durch die Wirkung des Metamorphismus zu erklären; er vereinigte denn auch diese beiden Phyllite in seinem Devillien.

Das specifische Gewicht des Gesteins wurde bei Anwendung von 3·3458 Gramm = 2·854 gefunden.

1·0071 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Methode von Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0327 Gramm Wasser, 0·6201 Gramm Kieselerde, 0·0132 Gramm Titansäureanhydrid, 0·1935 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0802 Gramm Eisenoxyd, 0·0022 Gramm Kalk und 0·0558 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

<sup>1)</sup> Die Untersuchung des in Rede stehenden Gesteins ergab nur Spuren von Kohlensäure; dagegen fand ich in einem derselben Zone angehörigen grünen Phyllit von Haybes für 2·390 Gramm Substanz 0·0457 Gramm oder 10 Procent Kohlensäure, 4·34 Procent Calciumcarbonat entsprechend.

0·8800 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 1·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·0223 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0762 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1910 Gramm Kaliumplatinchlorid.

IV. Grüner Phyllit von Fumay. In dem vorhergehend beschriebenen violetten Schiefer der Zone von Fumay treten häufig in untergeordneter Weise Lagen eines matt graugrün gefärbten Schiefers auf, der, abgesehen von seiner Farbe, in seinen übrigen Eigenschaften mit dem ersteren vollständig übereinstimmt; höchstens unterscheidet er sich durch eine etwas bedeutendere Härte, die durch den höheren Quarzgehalt ihre Erklärung findet. Der Unterschied in der Färbung ist durch das Zurücktreten oder Fehlen des Eisenglanzes bedingt, dem der violette Schiefer seine Farbe verdankt; in seiner sonstigen Zusammensetzung zeigt er nach Renard eine vollkommene Uebereinstimmung mit diesem letzteren.

Das spezifische Gewicht wurde bei Anwendung von 1·9020 Gramm Substanz = 2·775 gefunden.

1·0459 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0332 Gramm Wasser, 0·6864 Gramm Kieselerde, 0·0098 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2113 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0383 Gramm Eisenoxyd, 0·0020 Gramm Kalk und 0·0446 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8815 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 1·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·1295 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0832 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2218 Gramm Kaliumplatinchlorid.

V. Graugrüner Phyllit von Haybes. Derselbe gehört, wie die beiden vorhergehenden, ebenfalls der Zone von Fumay an; er tritt, den violetten Schiefen untergeordnet, besonders in der Nähe des Dorfes Haybes auf. In seinen äusseren Eigenschaften gleicht derselbe sehr dem grünen Phyllit von Fumay; wie dieser besteht er ebenfalls aus einer durchaus homogenen Masse von blassgraugrüner

Farbe; seine Schieferblätter sind indessen in der Regel zwar flacher, aber weder so hart und elastisch, noch so glänzend als bei jenem, mitunter ist auch die Schieferstructur eine weniger deutliche. Nach Renard besteht er aus Quarz, Sericit, Chlorit, Rutil, Turmalin, Pyrit und Limonit. In diesem Gesteine wurden von Jeannel die bekannten Fossilien (besonders *Oldhamia radiata*) entdeckt, auf Grund deren das Massif von Rocroi als dem Cambrium angehörig erkannt wurde.

1·0452 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0470 Gramm Wasser, 0·5574 Gramm Kieselerde, 0·0140 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2538 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0903 Gramm Eisenoxyd, 0·0041 Gramm Kalk und 0·0760 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·0877 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 9·4 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·2700 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0860 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2233 Gramm Kaliumplatinchlorid.

VI. Ottrelitführender Phyllit von Monthermé. Während die bisher beschriebenen Schiefer aus dem Devillien Dumont's stammen, gehört dieser, sowie der folgende, dessen Revinien an, und zwar bilden dieselben einige untergeordnete Schichten in der untersten Abtheilung desselben im südlichen Theile der Zone von Revin. Die Schiefer dieses Systems besitzen im allgemeinen weder jene ausgezeichnet schiefrige Structur, noch jene Homogenität und Härte, welche die devillischen Phyllite auszeichnet und finden daher als Dachschiefer nur eine ziemlich beschränkte Verwendung. Der ottrelitführende Phyllit findet sich, aber immer nur in geringerer Mächtigkeit, an verschiedenen Orten, unter anderen auch nordöstlich von Monthermé in dem Berge l'Enveloppe, woher auch die analysirte Probe stammt. Derselbe besitzt eine bläulichschwarze Farbe, ziemlich bedeutende Härte, aber eine weniger deutliche Schieferstructur, als die ihn begleitenden schwarzen revinischen Schiefer ohne Ottrelit; wie diese letzteren hat er in Bezug auf Farbe und Glanz ein etwas kohlenartiges Aussehen. Seine Schieferblätter sind durchaus unregelmässig; an ihrer Oberfläche bemerkt man zahlreiche kleine schwarze, lebhaft glänzende Ottrelitschüppchen ohne regelmässige Begrenzung

von höchstens 0·5 Millimeter Durchmesser, die durchaus regellos in dem Gesteine vertheilt sind. Nach Renard besteht dasselbe aus Quarz, Ottrelit, Sericit, Rutil, Turmalin, Ilmenit, Apatit, Granat, Limonit und kohlenartigen Substanzen.

1·1921 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz. nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0467 Gramm Wasser, 0·6191 Gramm Kieselerde, 0·0109 Gramm Titansäureanhydrid, 0·3272 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1312 Gramm Eisenoxyd, 0·0073 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0021 Gramm Kalk und 0·0398 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·0493 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 13·6 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

0·9662 Gramm Substanz gaben 0·0480 Gramm Glühverlust <sup>1)</sup>; hierauf mit Flusssäure aufgeschlossen lieferten sie 0·0387 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0795 Gramm Kaliumplatinchlorid.

VII. Ilmenitführender Phyllit von den Forges de la Commune. Derselbe findet sich in untergeordneten Lagen den schwarzen revinischen Schiefern regelmässig eingeschaltet an einigen Punkten in der Umgebung von Laifour, besonders in einem kleinen Querthale am rechten Ufer der Maas in der Nähe der Forges de la Commune, wo er mit einem Diorit in Contact auftritt. Er ist bläulichgrau, wenig glänzend und besitzt meist eine nur sehr unvollkommene Schieferstructur. Die durchaus unregelmässigen, ziemlich dicken Spaltungsstücke enthalten ohne besondere gesetzmässige Anordnung mehr oder weniger zahlreiche, kleine, schwarze, lebhaft glänzende Schüppchen, die in ihrem äusseren Aussehen den kleinen Ottrelitblättchen des vorhergehend beschriebenen Schiefers täuschend ähnlich sehen, durch eine folgende Analyse (VIII) aber als Titaneisen bestimmt wurden. Unter dem Mikroskope beobachtet man nach Renard Sericit, Quarz, Chlorit, Ilmenit, Rutil, Granat und Biotit; accessorisch findet sich Eisen- und Magnetkies.

Das specifische Gewicht des Gesteins wurde bei Anwendung von 3·2408 Gramm Substanz = 2·874 gefunden.

---

<sup>1)</sup> Die Differenz zwischen dem Glühverlust und dem direct bestimmten Wassergehalt wurde als Kohle in Rechnung gebracht.

1·0374 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0512 Gramm Wasser, 0·4731 Gramm Kieselerde, 0·0093 Gramm Titansäureanhydrid, 0·3314 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0726 Gramm Eisenoxyd, 0·0092 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0040 Gramm Kalk und 0·0519 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·2265 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 8·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·0587 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·1055 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2630 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·2093 Gramm Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali unter Zusatz von etwas Salpeter aufgeschlossen, gaben 0·0080 Gramm schwefelsaures Baryum.

Aus den mitgetheilten analytischen Daten lässt sich für die untersuchten Phyllite folgende procentische Zusammensetzung berechnen:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Si O<sub>2</sub></i> .	58·78	61·43	61·57	65·63	53·33	51·93	45·60
<i>Ti O<sub>2</sub></i> <sup>1)</sup> .	2·28	0·73	1·31	0·94	1·34	0·92	0·90
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> .	19·52	19·10	19·22	20·20	24·30	27·45	31·95
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> .	1·87	4·81	6·63	2·72	2·64	2·01	2·36
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>4</sub></i> .	4·50	—	—	—	—	—	—
<i>Fe O</i> .	2·67	3·12	1·20	0·85	5·40	8·10	4·18
<i>Mn O</i> .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0·57	0·83
<i>Ca O</i> .	0·21	0·31	0·22	0·19	0·39	0·18	0·39
<i>Mg O</i> .	2·21	2·29	2·00	1·54	2·62	1·20	1·80
<i>K<sub>2</sub> O</i> .	3·11	3·24	3·63	3·81	3·41	1·60	4·82
<i>Na<sub>2</sub> O</i> .	1·24	0·83	0·93	0·71	0·73	0·79	1·25
<i>H<sub>2</sub> O</i> .	3·24	3·52	3·25	3·17	4·50	3·92	4·94
<i>C</i> .	—	—	—	—	—	1·05	—
	99·63	99·38	99·96	99·76	98·66	99·72	99·02 <sup>2)</sup> .

<sup>1)</sup> Als Titansäure wurde der Rückstand in Rechnung gebracht, der nach dem Abdampfen der Kieselsäure mit Flusssäure verblieb, und der jedesmal deutliche Titanreaction zeigte; die angeführten Ziffern haben daher eine nur sehr annähernde Richtigkeit.

<sup>2)</sup> Dieser Phyllit enthält ausserdem noch 0·10 Procent Schwefel.

Auf Grund dieser Zahlen wurde versucht, die mineralogische Zusammensetzung der analysirten Gesteine nach den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung zu berechnen. Wie erwähnt, nehmen an der Zusammensetzung dieser Phyllite ausser Quarz hauptsächlich nur Sericit und Chlorit Antheil, zwei Silicate, die neben Kieselsäure und Thonerde entweder vorzugsweise nur Alkalien (Sericit), oder nur Eisenoxydul und Magnesia (Chlorit) enthalten. Die Rechnung wurde nun in der Weise durchgeführt, dass aus dem gefundenen Kali und Natron unter Zugrundelegung der Tschermak'schen Muscovitformel ( $H_4 K_2 Al_6 Si_6 O_{24}$ ) die Menge des Sericits und aus dem vorhandenen Eisenoxydul und Magnesiumoxyd nach der Formel  $H_8 Mg_6 Al_2 Si_3 O_{18}$ , als Verbindung mit je einer Molekel der beiden Silicate  $H_4 Mg_3 Si_2 O_9$  und  $H_4 Mg_2 Al_2 Si O_6$ , die Menge des Chlorits berechnet wurde. Von der Gesamtmenge der gefundenen Kieselsäure wurden die für die beiden genannten Mineralien erforderlichen Quantitäten dieser Substanz abgezogen und der alsdann verbleibende Rest als Quarz in Rechnung gebracht. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die Resultate dieser Berechnungen mit Ausnahme der Analyse VI, wo die gleichzeitige Anwesenheit von Chlorit und Ottrelit die Rechnung nicht gestattet.

	I	II	III	IV	V	VII
Sericit . .	41·71	37·75	42·30	41·11	37·97	56·36
Chlorit . .	11·43	12·55	7·93	5·95	17·99	13·30
Quarz . .	36·35	40·58	39·87	45·11	30·97	16·17

Es ist klar, dass den Zahlen dieser Tabelle keine absolute, sondern nur eine sehr annähernde Richtigkeit zukommt, da einerseits die der Rechnung zu Grunde liegenden Annahmen nicht immer eine strenge Giltigkeit beanspruchen können, und andererseits die untersuchten Phyllite ausser den unter dem Mikroskope deutlich erkennbaren Mineralien gewöhnlich noch eine grössere oder geringere Menge einer unauflöslichen Gesteinsmasse ohne deutlich krystallinischen Charakter enthalten, über deren Natur wir natürlich vollständig im Unklaren sind. Es ergibt in der That die obige Rechnung für einige der analysirten Schiefer einen ziemlich bedeutenden Ueberschuss an Thonerde, zu dessen Erklärung die mikroskopische Untersuchung keinen Anhalt bietet, wie dies besonders bei den Analysen V und VII der Fall ist, wo dieser Ueberschuss gegen 7 Procent beträgt; es ist eben sehr wahrscheinlich, dass in der erwähnten unauflöslichen

Gesteinsmasse noch verschiedene andere Elemente, etwa thonige Zersetzungsproducte, enthalten sind. Bezüglich der Giltigkeit der gemachten Voraussetzungen ist zu bemerken, dass nach den Analysen von Laspeyres der Sericit ausser den Alkalien noch geringe Mengen von Eisenoxydul und Magnesia enthält, und dass für den Chlorit das Verhältniss der beiden constituirenden Silicate durchaus nicht immer constant 1 : 1 ist, wie oben vorausgesetzt wurde.

Was endlich die übrigen in geringerer Menge vorhandenen Bestandtheile der analysirten Phyllite anbelangt, so ist zu erwähnen, dass der Gehalt der Titansäure durch die Gegenwart von Rutil oder Ilmenit, das gefundene Eisenoxyd hauptsächlich durch die Anwesenheit von Eisenglanz oder Limonit seine Erklärung findet. Der geringe Gehalt an Kalk endlich ist durch das Auftreten von Calcit und Apatit bedingt.

### **Ilmenit aus den Phylliten des Massifs von Rocroi (VIII).**

Wie bereits erwähnt, ist der zuletzt beschriebene Phyllit durch das Vorhandensein von kleinen schwarzen, lebhaft glänzenden Schüppchen charakterisirt, über deren Natur man bisher nicht im Klaren war. Dumont scheint dieselben, da er ihrer nirgends speciell Erwähnung thut, für Ottrelit gehalten zu haben, von dem sie auch mit den diesem Forscher zu Gebote stehenden Hilfsmitteln kaum zu unterscheiden sind; höchstens sind sie etwas weniger hart als dieser. Auf Grund mikroskopischer Untersuchungen machten zuerst Renard<sup>1)</sup> und de la Vallée auf die Verschiedenheit dieser Blättchen vom Ottrelit aufmerksam; Renard<sup>2)</sup> deutete sie zunächst als Graphit, später als titanhaltigen Eisenglanz; erst die folgende chemische Analyse erlaubte mit Sicherheit sie als Titaneisen zu bestimmen. Das in Rede stehende Mineral findet sich in einigen revinischen Phylliten in der Umgebung von Laifour; in besonderer Menge und vollkommener Ausbildung aber kommt es in dem Gestein aus dem Hohlwege la Pilette vor, aus dem das zur Untersuchung verwendete

<sup>1)</sup> Renard et de la Vallée-Poussin, Note sur l'ottrélite. (Ann. Soc. géol. Belg. t. VI, 1879, pag. 64.)

<sup>2)</sup> Renard, Les roches grenatíferes et amphiboliques de la région de Bastogne. (Bull. Musée Royal Hist. Nat. Belg. t. I. 1882, pag. 17.) Idem: Sur les interpositions microscopiques de sagenite dans l'oligiste titanifère des phyllades. (Bull. Acad. Belg. 3. série, t. VIII, 1884.)

Material stammt. Die kleinen rundlichen Blättchen, die keine regelmässig begrenzten Umrisse besitzen, haben etwa 1 Millimeter im Durchmesser; sie sind schwarz mit schwarzbraunem Strich, lebhaft metallisch glänzend und undurchsichtig; nur in den allerdünnsten mikroskopischen Schliffen sind sie mit bräunlicher Farbe durchscheinend. Nach Renard enthalten sie zahlreiche Einschlüsse von Rutil in feinen Nadelchen, die sich unter constanten Winkeln von  $60^\circ$  kreuzen. Von concentrirter Salz- und Schwefelsäure werden sie in der Hitze, wenn auch langsam, zersetzt.

In Folge der Kleinheit dieser Schüppchen war es nicht möglich das zu der Analyse nöthige Material mit der Lupe aus dem gepulverten Gesteine auszusuchen, vielmehr wurde zu diesem Behufe in folgender Weise verfahren: Mehrere hundert Gramm des Gesteins wurden ziemlich fein zerrieben und, nachdem zuerst durch ein feines Sieb der gebildete Staub entfernt worden war, in einem Becherglase wiederholt mit Wasser decantirt. Das so erhaltene feinkörnige Pulver wurde hierauf getrocknet und in einem Scheidetrichter mit einer concentrirten Lösung von borwolframsaurem Cadmium geschüttelt; aus dieser Flüssigkeit setzten sich nun bald die schweren Flitterchen des in Rede stehenden Minerals zu Boden und konnten für sich gesammelt werden. Eine Untersuchung derselben unter dem Mikroskope aber zeigte, dass ihnen noch zahlreiche Bruchstücke des Gesteins, besonders glimmerartige Partikel, anhafteten. Um diese letzteren zu entfernen, wurde das erhaltene Product zunächst im Achatmörser gelinde verrieben und hierauf abermals mit der Trennungsflüssigkeit behandelt und dieses Verfahren endlich noch ein drittes Mal wiederholt. Trotzdem war es nicht möglich, alle fremden Substanzen vollständig zu eliminiren; doch war die Menge derselben nach dieser Behandlung so verschwindend klein, dass ein störender Einfluss auf das Resultat der chemischen Untersuchung nicht mehr zu besorgen war.

Bezüglich der für die quantitative Analyse befolgten Methode ist folgendes zu bemerken: Das fein gepulverte Mineral wurde durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, die Schmelze mit kaltem Wasser behandelt und aus der so erhaltenen Lösung, nach Abscheidung einer geringen Menge von ungelöster Kieselerde, die Titansäure, das Eisen, die Thonerde und ein Theil des Mangans durch Ammoniak gefällt. Der erhaltene Niederschlag wurde in Salzsäure wieder aufgelöst und hierauf durch Hinzufügen



von Weinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium die Trennung der Titansäure vom Eisen und Mangan bewirkt. Nach Auflösung des Eisen- und Mangansulfids durch Salzsäure wurde das Eisen durch bernsteinsaures Natrium und hierauf das Mangan durch Schwefelammonium niedergeschlagen, nachdem vor dieser letzten Fällung auch noch jene Flüssigkeit damit vereinigt worden war, welche das anfänglich durch Ammoniak nicht gefällte Mangan enthielt. Die Lösung, welche die Titansäure enthielt, wurde zur Trockene verdampft, der geglühte Rückstand mit saurem schwefelsaurem Kalium geschmolzen, und aus der hierauf mit kaltem Wasser erhaltenen Lösung die Titansäure durch anhaltendes Kochen abgeschieden.

0·4108 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, gaben 0·0088 Gramm Kieselerde, 0·2145 Gramm Titansäureanhydrid, 0·1384 Gramm Eisenoxyd und 0·0601 Gramm Manganoxyduloxyd.

0·7736 Gramm Substanz, mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, gaben 0·0142 Gramm Aluminiumoxyd und 0·0033 Gramm Kalk.

0·9520 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 45·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00572 Gramm Eisenoxydul.

0·5640 Gramm Substanz mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, gaben 0·0042 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0067 Gramm Kaliumplatinchlorid.

	VIII
$Si O_2$ . . . . .	2·14
$Ti O_2$ . . . . .	52·21
$Al_2 O_3$ . . . . .	1·83
$Fe_2 O_3$ . . . . .	3·52
$Fe O$ . . . . .	27·16
$Mn O$ . . . . .	13·60
$Ca O$ . . . . .	0·43
$K_2 O$ . . . . .	0·23
$Na_2 O$ . . . . .	0·19
	<hr/> 101·31

Bei der Berechnung dieser Zahlen wurde vorausgesetzt, dass das gesammte vorhandene Mangan als Oxydul sich vorfinde, indem

es eine gewisse Menge des isomorphen Eisenoxyduls im Titaneisen vertrete. Unter dieser Voraussetzung lässt sich die Zusammensetzung der analysirten Substanz in folgender Weise berechnen: •

$\left\{ \begin{array}{l} Fe\ Ti\ O_3 \\ Mn\ Ti\ O_3 \\ Fe_2\ O_3 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\}$	Ilmenit	$\left\{ \begin{array}{l} 57.34 \\ 28.92 \\ 3.52 \end{array} \right\}$	89.78
$Ti\ O_2$		Rutil.	. . . . .	6.71
$Si\ O_2, Al_2\ O_3\ etc.$		Silicate	. . . . .	4.82
				<hr/> 101.31

Es bestände dieselbe demnach, ausser kleinen Mengen von anhaftenden Silicaten und eingeschlossenem Rutil, hauptsächlich aus einem Mineral von der Formel  $R\ Ti\ O_3$  [ $R = Fe, Mn$ ;  $Fe : Mn = 2 : 1$ ], dem eine geringe Menge von Eisenoxyd isomorph beigemischt wäre. Für dieses Mineral, Ilmenit, erhält man durch Reduction der obigen Zahlen auf 100 folgende procentische Zusammensetzung:

$Ti\ O_2$	. . . . .	50.68
$Fe\ O.$	. . . . .	30.25
$Mn\ O$	. . . . .	15.15
$Fe_2\ O_3$	. . . . .	3.92
		<hr/> 100.00

### Arkose von Haybes (IX).

Die Basis von Dumont's Gedinnien, der untersten Abtheilung der devonischen Formation, wird in dem Bassin von Dinant von einem local beschränkten, grobkörnigen Conglomerat gebildet, das unter dem Namen *Poudingue de Fépin* bekannt ist; darüber folgt ein mehr constant auftretendes Depot, das Gosselet als die Arkose von Weismes bezeichnet hat. Dieselbe findet sich in sehr charakteristischer Ausbildung besonders in Haybes an der Maas, wo sie zu technischen Zwecken in grossem Massstabe gewonnen wird. Dieselbe besteht hauptsächlich aus meist unregelmässig begrenzten, selten abgerundeten Quarzkörnern von sehr variabler Grösse, die durch eine schwachgelblichweisse, kaolinartige Masse mit einander verkittet sind. In einzelnen mehr feinkörnigen, grünlichweiss gefärbten Partien, tritt ausserdem ein weisses glimmerartiges Mineral noch besonders hervor. Ferner bemerkt man zahlreiche braune Flecken von Limonit und schwarze glänzende, etwa 1—2 Millimeter grosse

Körnchen von Turmalin; als accessorische Gemengtheile enthält das Gestein nach Renard <sup>1)</sup> noch Zirkon, Rutil, Granat und Apatit.

• Nach demselben Forscher verdankt das Gestein seinen Ursprung einem Granit, u. zw. entweder einem Pegmatit oder einem Aplit.

0.7928 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0.7174 Gramm Kieselerde, 0.0515 Gramm Aluminiumoxyd, 0.0073 Gramm Eisenoxyd, 0.0021 Gramm Kalk und 0.0043 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0.8566 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0.0210 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0.0623 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1.1670 Gramm Substanz gaben 0.0135 Gramm Glühverlust.

IX	
$SiO_2$ . . . . .	90.49
$Al_2O_3$ . . . . .	6.50
$Fe_2O_3$ . . . . .	0.92
$CaO$ . . . . .	0.27
$MgO$ . . . . .	0.20
$K_2O$ . . . . .	1.41
$Na_2O$ . . . . .	0.12
$H_2O$ . . . . .	1.16
<hr/>	
	101.07

### Hornblendegestein von Ourt (X).

Die untere Abtheilung des Système coblentzien, das Taunusien Dumont's, enthält in der Nähe von Bastogne eine Anzahl von Gesteinen, die in ganz ausgezeichneter Weise die Erscheinungen des Metamorphismus zeigen. Wie die bereits erwähnten magnetit-, ottrelit- und ilmenitführenden Ardennenschiefer, gehören dieselben der metamorphischen Zone von Paliseul Dumont's an. Sie sind in regelmässiger Weise den normalen devonischen Schichten eingeschaltet, in denen sie Lagen von geringer Mächtigkeit oder blosse Nester bilden. Ihre ursprünglichen Lagerstätten sind indess gegenwärtig wenig zugänglich; man findet sie aber häufig in losen,

<sup>1)</sup> Renard, Notice sur la composition minéralogique de l'arkose de Haybes. (Bull. Musée. Royal Hist. Nat. Belg. t. III, 1884); vergl. ausserdem den Bericht über die Excursion der französischen geologischen Gesellschaft in die Ardennen, l. c. pag. 670 ff.

oberflächlich mehr oder weniger zersetzten Brocken, die von den Bewohnern jener Gegend als *Pièrres volantes* bezeichnet werden. Die für dieselben charakteristischen Mineralien sind hauptsächlich Hornblende, Granat, Ottrelit und Bastonit, deren Analysen im folgenden mitgeteilt werden.<sup>1)</sup>

Das Hornblendegestein von Ourt, von Dumont Quarzite hornblendifère genannt, ist grünlich-grau, matt oder wachsglänzend, von körniger Structur und unregelmässigem, schwach muscheligem Bruch. Mit blossem Auge unterscheidet man darin hauptsächlich weissen oder gelblichweissen körnigen Quarz und grüne faserige Hornblende von etwa 1 Millimeter Breite und 3—4 Millimeter Länge, leicht gewunden und von metallähnlichem Glanz; ausserdem findet man noch Granat in deutlichen Krystallen, oder häufig weisse, mehrlartige, zersetztem Feldspath ähnliche Flecken bildend. Endlich enthält das Gestein nach Renard noch in untergeordneter Menge Apatit, Zirkon, Eisenglanz, Titaneisen, Graphit und Glimmer. Das analysirte Fragment wurde an der Strasse von Recogne nach Remagne in der Nähe des Fleckens Ourt gefunden.

0·9842 Gr. bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlsaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0155 Gr. Wasser, 0·6825 Gr. Kieselerde, 0·1188 Gr. Aluminiumoxyd, 0·0703 Gr. Eisenoxyd, 0·0758 Gr. Kalk und 0·0809 Gr. pyrophosphorsaures Magnesium.

0·9278 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 8·4 Cubikctm. Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gr. Eisenoxydul.

0·9569 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0075 Gramm Natriumchlorid.

	X
<i>Si</i> O <sub>2</sub> . . . . .	69·34
<i>Al</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12·07
<i>Fe</i> <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1·88
<i>Fe</i> O . . . . .	4·74
<i>Mn</i> O . . . . .	Spur
<i>Ca</i> O . . . . .	7·70
<i>Mg</i> O . . . . .	2·96
<i>Na</i> <sub>2</sub> O . . . . .	0·40
<i>H</i> <sub>2</sub> O . . . . .	1·57
	<hr/> 100·66

<sup>1)</sup> Vergl. über diese Gesteine: Renard, les roches grenatiferes et amphiboliques de la région de Bastogne (l. c.).

### Granat aus einem Gesteine von Ourt (XI).

Eine zweite Gruppe der metamorphischen Felsarten von der Umgebung von Bastogne bildet jenes Gestein, das von Dumont als Quarzite grenatifère bezeichnet wurde. Dasselbe ist von schwarzer Farbe, matt, sehr hart und compact, mit unregelmässigem Bruch, ohne Spur von Schichtung; es gleicht auf den ersten Anblick täuschend einem schwarzen Basalt. Aus der sehr feinkörnigen, vollkommen homogenen, durch Kohle schwarz gefärbten Grundmasse heben sich deutlich nur die in zahlreichen kleinen Rhombendodekaëdern eingesprengten Granate ab, deren Durchmesser etwa 1 bis 2 Millimeter beträgt. Dieselben sind gelblichbraun, durchsichtig, sehr hart und spröde; vor dem Löthrohre schmelzen sie ziemlich leicht zu einem schwarzen magnetischen Glase; ihr Pulver wird von heissen concentrirten Säuren nur wenig angegriffen. Zur Isolirung dieses Minerals wurde das Gestein zunächst in kleine Stücke zerschlagen und die dabei sich ablösenden Granate gesammelt; diese wurden dann abermals durch einige Hammerschläge zersplittert und hierauf mit der Lupe die von der schwarzen Gesteinsmasse vollkommen befreiten Bruchstücke ausgesucht und zur Analyse verwendet.

Das specifische Gewicht wurde = 3·976 gefunden; zu dessen Bestimmung dienten 2·7910 Gramm Substanz.

0·8536 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·3208 Gramm Kieselerde, 0·1746 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1744 Gramm Eisenoxyd, 0·1351 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0856 Gramm Kalk und 0·0161 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8067 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 28·0 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

		XI
$Si\ O_2$	.	37·58
$Al_2\ O_3$	.	20·45
$Fe_2\ O_3$	.	3·21
$Fe\ O$	.	15·53
$Mn\ O$	.	14·72
$Ca\ O$	.	10·03
$Mg\ O$	.	0·68
		<hr/> 102·20

Die erhaltenen Zahlen stimmen recht gut mit der bekannten Granatformel  $3 RO \cdot Al_2 O_3 \cdot 3 Si O_2$  überein. Die Verhältnisszahlen für  $Fe O$ ,  $Mn O$  und  $Ca O + Mg O$  sind 216:207:196, also sehr annähernd gleich 1:1:1; der untersuchte Granat entspricht demnach der Formel  $Ca Mn Fe Al_2 Si_3 O_{12}$ , oder einer isomorphen Mischung von je einer Molekel eines Kalk-Thonerde-, Mangan-Thonerde- und Eisen-Thonerde-Granats. Die folgende Zusammenstellung zeigt die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit der obigen Formel; die geringen Mengen von Eisenoxyd und Magnesia, die die Analyse ergeben hatte, wurden zunächst auf Thonerde und Kalk umgerechnet und die erhaltene Summe auf 100 reducirt.

	gefunden	berechnet
$Si O_2$ . . . . .	37·09	37·36
$Al_2 O_3$ . . . . .	22·21	21·33
$Fe O$ . . . . .	15·33	14·95
$Mn O$ . . . . .	14·53	14·74
$Ca O$ . . . . .	10·84	11·62
	<hr/> 100·00	<hr/> 100·00

#### Ottrelit aus den Schiefern der Umgebung von Bastogne (XII—XIV).

Dieses Mineral findet sich als charakteristischer Einsprengling in Form zahlreicher kleiner, rundlicher oder sechseitiger Blättchen in gewissen Phylliten der Ardennen; in besonders vollkommener Ausbildung enthalten es manche Schiefer aus der Umgebung von Bastogne. Die Art der Verwachsung dieser Blättchen mit der Gesteinsmasse ist in der Regel die, dass, während die beiden Hauptflächen sich scharf von dem Gesteine absetzen, die Ränder allmähig in dasselbe übergehen, so dass hier die Grenze beider nur schwer zu erkennen ist. Das Mineral besitzt eine grünlichgraue oder schwärzlich grüne Färbung, sowie eine ziemlich bedeutende Härte, etwa die des Feldspaths; es ist undurchsichtig, glasglänzend und nicht elastisch. Vor dem Löthrohre schmilzt es ziemlich schwierig zu einem magnetischen Glase; als Pulver wird es von concentrirten Mineralsäuren in der Hitze zersetzt.

Das zur chemischen Analyse verwendete Material stammt aus den Schiefern von Serpont (XII), Lierneux (XIII) und Ottrez (XIV). Die kleinen Täfelchen des Minerals wurden aus denselben heraus-

gebrochen und durch Abtrennen der Randzonen mittelst einer Stahlscheere so gut als möglich von den anhaftenden fremden Substanzen befreit; dabei war besonders der Umstand misslich, dass an den Rändern die Grenze zwischen Mineral- und Gesteinsmasse nur schwer zu unterscheiden ist.

XII. Das spezifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 3·1950 Gramm Substanz = 3·266 gefunden.

0·8470 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Methode von Sipőcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0495 Gramm Wasser, 0·3528 Gramm Kieselerde, 0·2496 Gramm Aluminiumoxyd, 0·2023 Gramm Eisenoxyd, 0·0085 Gramm Manganoxyduloxyd und 0·0370 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7527 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 25·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

XIII<sup>1)</sup>. Das spezifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 1·5994 Gramm Substanz = 3·266 gefunden.

0·8040 Gr. Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·3260 Gr. Kieselerde, 0·2476 Gr. Aluminiumoxyd, 0·1380 Gramm Eisenoxyd, 0·0563 Gr. Manganoxyduloxyd, 0·0036 Gr. Kalk und 0·0289 Gr. pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7438 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 17·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

XIV. 0·7559 Gramm Substanz, nach der Methode von Sipőcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0383 Gramm Wasser, 0·3211 Gramm Kieselerde, 0·2214 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1266 Gramm Eisenoxyd, 0·0496 Gramm Manganoxyduloxyd und 0·0430 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·6829 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 15·8 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

<sup>1)</sup> Als Autor dieser Analyse ist in der oben citirten Abhandlung irrthümlicher Weise A. Renard angegeben.

	XII	XIII	XIV
$SiO$ . . . . .	41·65	40·55	42·48
$Al_2O$ . . . . .	29·47	30·80	29·29
$Fe_2O_3$ . . . . .	4·02	3·32	3·30
$FeO$ . . . . .	17·87	12·46	12·11
$MnO$ . . . . .	0·93	6·51	6·10
$CaO$ . . . . .	Spur	1·29	Spur
$MgO$ . . . . .	1·57	0·45	2·05
$H_2O$ . . . . .	5·84	?	5·07
	101·35	95·38	100·40

Die Verhältnisszahlen für Kieselerde, Sesquioxyde, Monoxyde und Wasser nähern sich etwa den Werthen 7 : 3 : 3 : 3; doch erreicht für den Ottrelit von Lierneux (XVIII) die Verhältnisszahl für die Kieselerde nicht ganz den Werth 7. Da ausserdem nach Renard die Täfelchen des Ottrelits constant von feinen Quarzäderchen durchzogen sind, erscheint es vielleicht gerechtfertigt, für die Kieselerde den nächst niedrigen Werth 6 anzunehmen, woraus sich für die analysirten drei Ottrelite die empirische Formel  $H_2R''R'''Si_2O_6$  [ $R'' = Fe, Mn, Ca, Mg, R''' = Al, Fe$ ] ergeben würde. Es ist natürlich nicht möglich mit Sicherheit darüber zu entscheiden, da eine strenge Controle bezüglich der Reinheit und Frische der analysirten Substanzen in Folge der Undurchsichtigkeit derselben nicht durchzuführen war.

#### Bastonit von Libramont (XV).

Mit dem Namen Bastonit wurde von Dumont ein der Glimmergruppe angehöriges Mineral bezeichnet, das in der Umgebung von Bastogne sehr häufig gefunden wird. Es charakterisirt daselbst besonders gewisse Sandsteine und Arkosen und findet sich ausserdem sehr häufig auf den Quarzgängen, die in jener Gegend die verschiedenen Gesteinsschichten durchsetzen. Das zur Analyse verwendete Material stammt aus einem solchen in der Nähe des Bahnhofes von Libramont.

Der Bastonit bildet rundliche, perlmutterglänzende, wenig elastische Lamellen bis zu etwa 1 Centimeter Durchmesser, von dunkler, bronzähnlicher Farbe und ausgezeichneter blättriger Spaltbarkeit. In optischer Beziehung verhält er sich nach Renard sehr



ähnlich wie der Phlogopit und die diesem nahestehenden Mineralien, wie Jefferisit und Vermiculit, die von Tschermak als zersetzte Phlogopite betrachtet werden. Mit denselben zeigt er auch insofern einige Analogie, als er vor dem Löthrohre erhitzt, sich zunächst stark aufbläht, indem die einzelnen Blättchen ziehharmonikaartig auseinandertreten; schliesslich schmilzt er zu einem schwarzen magnetischen Glase. Von concentrirter Salz- und Schwefelsäure wird er in der Hitze zersetzt.

Das für die Analyse gesammelte Material wurde zunächst in möglichst feine Blättchen gespalten, und von diesen mit einer Scheere alle Stellen, die sich als bereits in Verwitterung begriffen erkennen liessen, wie dies besonders an den Rändern der Fall war, entfernt. Trotzdem zeigten mitunter einzelne der auf diese Weise erhaltenen Schüppchen von ganz frischem Aussehen bei weiterer Spaltung in ihrem Innern noch braunrothe Flecken, die auf eine bereits eingetretene Zersetzung hinwiesen. Das Zerkleinern der feinen Blättchen in der Achatschale gelang, wenn auch mit einiger Schwierigkeit vollkommen; dieselben unter Wasser zu zerreiben, wie dies bei manchen Glimmern unumgänglich ist, war nicht nothwendig.

Das specifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 3.1361 Gramm Substanz = 2.928 gefunden.

0.8419 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0.3107 Gramm Kieselerde, 0.1687 Gramm Aluminiumoxyd, 0.2033 Gramm Eisenoxyd, 0.0080 Gramm Kalk und 0.1870 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0.8281 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 5.9 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0.005235 Gramm Eisenoxydul.

0.6396 Gramm Substanz gaben 0.0446 Gramm Glühverlust<sup>1)</sup> und hierauf mit Flusssäure aufgeschlossen 0.0336 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0.1010 Gramm Kaliumplatinchlorid.

---

<sup>1)</sup> In Folge eines Unfalles missglückte die directe Wasserbestimmung nach der Methode von Sipőcz; da reines Material nicht mehr in hinreichender Menge vorhanden war, musste man sich mit einer Glühverlustbestimmung begnügen.

	XV
$Si\ O_2$ . . . . .	36·91
$Al_2\ O_3$ . . . . .	20·04
$Fe_2\ O_3$ . . . . .	20·01
$Fe\ O$ . . . . .	3·73
$Mn\ O$ . . . . .	Spuren
$Ca\ O$ . . . . .	0·95
$Mg\ O$ . . . . .	7·96
$K_2\ O$ . . . . .	3·07
$Na_2\ O$ . . . . .	0·22
$H_2\ O$ . . . . .	6·98
	<hr/> 99·87

Um zu entscheiden, ob das gefundene Wasser als chemisch gebunden zu betrachten sei, wurden 1·1004 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz bei allmählicher Steigerung der Temperatur zunächst bis auf 300° C. erhitzt und dabei von Zeit zu Zeit gewogen, bis das Gewicht sich nicht mehr änderte. Nach im ganzen zehnstündigem Verweilen im Trockenkasten bei Temperaturen von 160° bis 300° hatte die Substanz 0·0177 Gramm abgenommen, was einem Gewichtsverluste von 1·61 Procent entspricht. Bei weiterem Erhitzen bis zur Weissgluth verlor die Substanz noch 0·0586 Gramm entsprechend 5·33 Procent, ehe das Gewicht constant wurde. Daraus ergibt sich, dass man das Wasser wesentlich als chemisch gebunden betrachten muss.

Die aus den obigen Werthen berechneten Verhältnisszahlen lassen zunächst keine einfachen Beziehungen erkennen; einfachere Verhältnisse ergeben sich, wenn man die Zahlen für die ein- und zweiwerthigen Metalle addirt; man erhält alsdann für die Kieselerde, Sesquioxyde, Monoxyde und Wasser, Werthe, die sich dem Verhältnisse 2:1:1:1 nähern; man könnte daher für die analysirte Substanz die empirische Formel  $H_2\ (R', R'')\ R''',\ Si_2\ O_6\ [R' = K, Na, R'' = Fe, Ca, Mg, R''' = Al, Fe]$  annehmen. Doch hat die Aufstellung einer solchen Formel nur ein sehr geringes Interesse, da nach allen seinen Eigenschaften der untersuchte Ottrelit höchstwahrscheinlich wohl als ein secundäres Product zu betrachten ist. Nach den Ergebnissen der chemischen Analyse dürfte derselbe durch theilweise Zersetzung eines der Biotitreihe angehörigen sehr eisenreichen Glimmers entstanden, und wenigstens ein Theil des in auffallend bedeutender Menge gefundenen Eisenoxysds ursprünglich wohl als Oxydul vorhanden gewesen sein.

**Anhang.****Laterit vom Congo (XVI, XVII).**

Die beiden analysirten Gesteinsproben wurden von Herrn Dr. J. Chavanne gelegentlich einer seiner Reisen im Gebiete des unteren Congo nach Europa gebracht und mir zur chemischen Untersuchung übergeben. Bekanntlich bezeichnet man mit dem Namen Laterit Gesteine von höchst verschiedener Natur und Abstammung<sup>1)</sup>. Nach Lyell<sup>2)</sup> nennt man Laterite durch Eisenoxyd gefärbte Thone, welche Zwischenschichten zwischen Basalt und Lavadecken bilden. Nach Greenough<sup>3)</sup> ist der in Indien (Malacca, Siam, Sumatra, Singapore etc.) sehr verbreitete Laterit dem rheinischen Trass oder dem italienischen Peperin oder Puzzolan ähnlich. Nach den Gebr. Schlagintweit<sup>4)</sup> gibt es in Indien drei verschiedene Arten von Laterit: im Dekhan und Konkan ist er durch Zersetzung mandelsteinartiger Trappe entstanden, in Mysore durch Umwandlung krystallinischer Schiefer gebildet, bei Nagagiri, Arkot und Madras endlich ist er sogar nur ein Conglomerat von Sandsteingeröllen, die durch ein zelliges Cement von Eisenoxydhydrat verkittet sind.

An diese letzte der genannten Arten dürften sich, schon nach dem äusseren Anblick zu urtheilen, die beiden in Rede stehenden Laterite vom Congo anschliessen. Bei der makroskopischen Untersuchung derselben erkennt man nämlich, dass sie hauptsächlich aus vollkommen abgerundeten Quarzkörnern bestehen, deren Durchmesser etwa zwischen 2 und 4 Millimeter variirt, aber auch die Grösse von 1 Centimeter und mehr erreicht; auf den Bruchflächen zeigen dieselben einen äusserst lebhaften Glanz. Zusammengehalten werden diese Quarzkörner durch eine Art zelligen Cementes von chocoladebrauner oder gelblichrother Färbung. Ausser der Farbe unterscheidet sich dieser Cement noch wesentlich durch seine Consistenz: während in dem braunen Laterit die Quarzkörner sehr fest mit einander verkittet sind, so dass ein bedeutender Kraftaufwand nöthig ist, um eine Zertheilung des Gesteins zu bewirken, ist die Festigkeit des

<sup>1)</sup> Cf. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, II, pag. 553.

<sup>2)</sup> Lyell, Elements of geology, 1865, pag. 598.

<sup>3)</sup> Greenough, Sur la géologie de l'Inde, communiqué par E. de Beaumont. Compt. rend. de l'Académie de sciences de Paris, XL, 1855, pag. 348.

<sup>4)</sup> C. Ritter, Ueber die Reisen der drei Gebrüder Schlagintweit in Indien. Zeitschr. f. allg. Erdkunde V, 1855, pag. 159.

rothen Laterits eine sehr geringe, er bröckelt leicht ab und besitzt fast nur noch eine erdige Consistenz. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser letztere aus dem ersten durch weitergehende Zersetzung in Folge der Einwirkung des Meerwassers entstanden ist. Beide Gesteine geben beim Zerreiben ein braunrothes Pulver.

Herr Dr. Chavanne theilte mir bezüglich der Lagerungsverhältnisse folgendes mit: Der rothe (XVII) Laterit bildet eine homogene, circa 30 Meter mächtige Schichte im Steilabhange der Küste am Cap Punta das Pedres circa 9 Kilometer nördlich der Congomündung. Das Liegende der Lateritschichte ist ein stark verwitterter und vom Seewasser erodirter Brauneisenstein, beziehungsweise stark eisenoxydhaltiger Buntsandstein. Ueber dem Laterite lagern plastische weiche Thone und eine dünne Humusdecke. Ohne besondere Schichtung zu zeigen erfüllt dieser Laterit in horizontalen Bändern die ganze Küstenterasse bis über die Kuilumündung hinauf. Der braune (XVI) Laterit bildet einen Strandwall bei Landana und lagert in losen Stücken auf einem versteinerungsführenden Thonschiefer. Sein Vorkommen scheint local beschränkt zu sein. Dr. Chavanne hält diese Laterite für Detritus aus den krystallinischen Schiefern des Berglandes im Innern des Continents.

Aus dem zur Analyse verwendeten Material sind zunächst die größten Quarkörner entfernt worden; dieselbe gab folgendes Resultat:

XVI. 1·1914 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlen-saurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben: 0·7516 Gramm Kieselerde, 0·3364 Gramm Eisenoxyd, 0·0274 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0068 Gramm Kalk und 0·0137 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·2038 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 1·1 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00569 Gramm Eisenoxydul.

2·0253 Gramm Substanz, mit kohlen-saurem Alkali aufgeschlossen, gaben 0·0386 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium und 0·0160 Gramm schwefelsaures Baryum.

2·877 Gramm Substanz, mit heisser verdünnter Salpetersäure behandelt, gaben 0·0109 Gramm metallisches Silber.

2·2605 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0102 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0071 Gramm Kalium-platinchlorid.

1·1673 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz gaben 0·0550 Gramm Glühverlust.

XVII. 1·2410 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·6566 Gramm Kieselerde, 0·4539 Gramm Eisenoxyd, 0·0512 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0024 Gramm Kalk und 0·0024 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·1702 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 0·6 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00569 Gramm Eisenoxydul.

2·4482 Gramm Substanz, mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen, gaben 0·0196 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium und 0·0207 schwefelsaures Baryum.

2·103 Gramm Substanz, mit heisser verdünnter Salpetersäure behandelt, gaben 0·0050 Gramm metallisches Silber.

2·0443 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0046 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0044 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·244 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, gaben 0·0766 Gramm Glühverlust.

Procentische Zusammensetzung:

	XVI brauner Laterit	XVII rother Laterit
$SiO_2$ . . . .	63·08	52·91
$P_2O_5$ . . . .	1·22	0·51
$SO_3$ . . . .	0·27	0·29
$Cl$ . . . .	0·13	0·08
$Fe_2O_3$ . . . .	27·65	36·26
$FeO$ . . . .	0·52	0·29
$Al_2O_3$ . . . .	2·30	4·13
$CaO$ . . . .	0·57	0·19
$MgO$ . . . .	0·41	0·07
$Na_2O$ . . . .	0·19	0·08
$K_2O$ . . . .	0·06	0·04
$H_2O$ . . . .	4·71	6·16
	<hr/> 101·11	<hr/> 101·01

Die Betrachtung dieser Zahlen ergibt in Uebereinstimmung mit dem früher gesagten, dass die beiden Laterite hauptsächlich aus Quarz und Eisenoxydhydrat bestehen; das Molekularverhältnis von Eisenoxyd und Wasser ist das des Limonits ( $2 Fe_2 O_3 : 3 H_2 O$ ). Die geringen Mengen von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor sind höchst wahrscheinlich beziehungsweise an Eisenoxyd, Kalk und Natrium gebunden; von diesen Salzen sind Calciumsulfat und Chlornatrium durch Wasser extrahirbar. Die gefundene Thonerde endlich deutet auf die Gegenwart von Silicaten hin, vermuthlich Ueberresten des ursprünglichen Gesteins, deren Natur sich natürlich durch die chemische Analyse allein nicht bestimmen lässt.

---

## II. Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885.

21. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs.

### I. Eruptionen.

Die Zahl vulcanischer Eruptionen war auch im Jahre 1885 gering und deren Heftigkeit nur unbedeutend. Die im Allgemeinen seit Jahren vorherrschende schwache Thätigkeit der Vulcane setzt sich also immer noch fort.

#### Der Vesuv.

Der Vesuv verharret in seiner jahrelangen Strombolithätigkeit. Am stärksten war dieselbe während des Jahres 1885 Anfangs Mai und erhob sich damals zu einem kleinen Ausbruch. Am 2. Mai, Abends 2 Uhr 30 Min., öffneten sich drei Stellen nahe der Eisenbahnstation und ergossen reichlich Lava gegen Toure del Greco; am folgenden Tag kam Lava aus einer neuen Oeffnung und mehreren Spalten, obgleich die Instrumente ziemlich ruhig blieben. Am 4. Mai vereinigten sich die beiden Lavabäche und drangen bis in die bekannte Region bei Bosco; am 5. Mai gab es viele Spalten am Hauptkrater, der aber am 6. Mai nur rauchte, während die Lava in alte Spalten floss. Am 3. Mai sah man von Neapel einige, sich gegen Camaldoli di Torre del Greco, einer Häusergruppe jenseits des Hügels von Torre del Greco, ergiessende Lavabänder. Am 8. Mai warf der Krater etwas Asche aus, aber die Erregung war schon vorüber und zeigte sich nur noch einmal am 19. Mai.

#### Der Cotopaxi.

Vom Cotopaxi haben wir einige ungenaue Nachrichten. Demnach hatte derselbe während der Erdbeben in Chambo, Mitte Januar, einen kleinen Aschenausbruch. Erheblicher noch scheint der am 23. Juli gewesen zu sein. Er begann Morgens, und Lava, Asche und Schlacken erreichten das an seinem Fuss gelegene Chambo, wo 102 Häuser zerstört wurden. Der Berg machte ein Geräusch, wie fernes Artilleriefeuer, so dass noch in Guaquil, 130 Meilen von ihm entfernt, die Fenster klirrten.

### **Der Tunguragua.**

Von diesem Vulcan wissen wir eigentlich nichts, denn die Meldung, dass derselbe beim ersten Ausbruch des Cotopaxi ebenfalls in eruptive Thätigkeit übergegangen sei, ist noch unzuverlässiger.

### **Der Stromboli.**

Der Stromboli war stiller als in früheren Jahren, doch gab er von Zeit zu Zeit Zeichen von Erregung, wie vom 4.—8. März 1885, wo er Schlacken und Asche auswarf.

### **Der Aetna.**

Auch dieser Vulcan war sehr still und gab nur so viel Lebenszeichen von sich, dass man ihn nicht für vollständig ruhig ansehen konnte. Von Zeit zu Zeit ward Rauch, auch etwas Asche und Feuererschein sichtbar, besonders vom 1.—10. August. Im März waren die für seine Beobachtung bestimmten Instrumente in solcher Thätigkeit, dass man einen Ausbruch befürchtete, der Berg blieb aber trotzdem vollkommen ruhig.

### **Der Semeru.**

Der Semeru soll nach unverbürgten Nachrichten gegen 22. April einen heftigen Ausbruch gehabt haben, der nicht, wie gewöhnlich, auf der Seeseite des Berges, sondern auf der entgegengesetzten bebauten Region erfolgte und dadurch Verwüstungen anrichtete. Anfangs Mai erschien Lava, wodurch auch mehrere Menschen ihr Leben verloren, eine Plantage wurde verschüttet und die tiefen Rinnen des Berges ausgefüllt.

## **II. Erdbeben.**

### **Januar.**

1. Januar. Das grosse andalusische Erdbeben erstreckte sich aus dem Jahre 1884 weit in 1885 hinein. Am 1. Januar trat in Velez wieder ein heftiges, mehrere Häuser zerstörendes Erdbeben ein; die Einwohner hatten die Stadt verlassen. In Nerja kamen den ganzen Tag weitere Zerstörungen durch Erdstösse vor. Die Stadt Torrox war um diese Zeit fast ganz zerstört; auch in Malaga mussten die Einwohner wegen heftiger Stösse in's Freie flüchten.



1. Januar. Morgens 3 Uhr 52 Min. in Velletri Erdstoss (3), gefolgt von drei schwächeren; um 4 Uhr ein Stoss (5) in Segni.

2. Januar. Morgens 1 Uhr Stoss (4) in Muro Lucano.

Vom 2. zum 3. Januar gab es in Malaga und Granada keine Stösse, dagegen dauerten sie in Algarrobo, Comares und Camillas fort.

5. Januar. Morgens 6 Uhr 27 Min. in Salurro, Pinerolo und Turin ein Erdbeben aus zwei Stössen.

5. Januar. In Fermo und Rocca S. Nicandro ein Stoss (4).

5. Januar. Morgens 9 Uhr 50 Min. Erdbeben zu Savines (Dép. Hautes-Alpes) von S. nach N. und um dieselbe Zeit zu Embrun; Morgens 5 $\frac{1}{2}$  Uhr leichte Stösse in Chambéry.

5. Januar. Abends heftiger Stoss in Malaga und Granada unter Getöse. Das Meer war dabei so bewegt, dass mehrere Schiffe auf das Land geworfen wurden.

6. Januar. Morgens gegen 6 Uhr leichter Stoss in Marseille, nur in einzelnen Stadttheilen, besonders in der Nähe von Longchamp gespürt.

6. Januar. Abends 6 Uhr Stoss in Granada.

6. Januar. Ein Telegramm von New-York berichtet von heftigen Erdbeben in Maryland, Washington und New Hampshire.

7. Januar. Morgens 1 Uhr 50 Min. Erdbeben von 1 Secunde in Toblach (Tirol).

7. Januar. Heftiges Erdbeben in Andalusien; in Nerja und Trigliano stürzten mehrere Häuser ein und in Loja kamen dadurch einige Personen um.

8. zum 9. Januar. In Granada Morgens 9 Uhr starke Stösse.

9. Januar. Morgens 2 Uhr schwacher Erdstoss in Nice, von mehreren Personen im Hôtel de France beobachtet, wo einzelne Möbel gerückt wurden.

11. Januar. In Alamecar (Granada) so heftige Stösse, dass die Bewohner die Stadt verliessen.

12. Januar. In Granada drei Erdstösse, ein heftiger Stoss in Corrilas de Aucitupo (Malaga); einige Personen wurden verletzt. Mehrere leichte Stösse in Alamecar, Nerja, Torrox und Algarrobo, schwache anhaltend.

12. Januar. Starke Stösse in Irkutsk und Kiachta.

12. Januar. Morgens 2 Uhr 27. Min. Stoss in Velletri.

14. Januar. Morgens 1 Uhr, 6 Uhr 45 Min., 6 Uhr 55 Min. Stösse in Rom.

Mitte Januar Erdbeben im Chimbo beim Ausbruch des Cotopaxi.

16. Januar. Morgens 9 Uhr 40 Min. Stoss (3) in Monte Cassino.

18.—19. Januar. In der Nacht in Leden in der Umgebung von Colchester (Grafschaft Essex) starke Stösse.

19. Januar. Abends 10 Uhr in Rocca S. Casciano zwei Stösse (3) in den Apenninen.

20.—21. Januar. Nachts in Glarus ziemlich starker Stoss von O.—W. Viele Personen erwachten, Möbel bewegten sich. (Basler Nachrichten vom 24. Januar.)

21. Januar. In Velez, Malaga, Loja, Almanecar mehrere Stösse.

22. Januar. Abends 1 Uhr im Valle di Lunze ein Stoss (3).

22. Januar. In Malaga mehrere Erschütterungen.

24. Januar. Abends 9 Uhr 5 Min. in S. Remo ein Stoss (7) von O.—W. mit Getöse.

26. Januar. In Francisco mehrere Stösse, von denen der erste in ganz Californien gespürt wurde.

27. Januar. Abermals Erdbeben in der Gebirgskette von Tejada, wodurch die wenigen übrig gebliebenen Häuser am Abhang, in den Grenzen der Provinzen Malaga und Granada zerstört wurden. In Alhama gab es einen Stoss, dem ein Getöse wie Kanonenschuss vorausging; ein Haus zerstört, 1 Todter, 2 Verwundete. In Formes 1 Todter, 1 Verwundeter, in Arena heftiger Stoss.

27. Januar. Morgens 4 Uhr in Valparaiso heftiger Erdstoss, (Journ. des Débats, 30. Juni.)

27. Januar. Abends 3 Uhr 35 Min. in St. Lorenzen an der Kärntner Bahn Stoss mit Getöse. In Wuchern (Eisenbahnstation gegen Marburg) trat es 3 Uhr 40 Min. unter Donnergetöse von W.—O. ein, 2 Sekunden lang. Auch in anderen Orten wurde es bemerkt, aber nicht in Klagenfurt.

27. Januar. Morgens heftiger Erdstoss in Cambodscha. (Frankf. Zeitung. 30. Januar.)

29. Januar. Erdstösse in Montril (Andalusien); die Kirchthürme stürzten ein. Auch in Alhama Erschütterungen.

31. Januar. Erdbeben in Ni-Silab oder M'Sila. Im arabischen Stadttheil stürzten 8 Häuser ein. Dasselbe wurde auch schwach in Sétif (Algerien) beobachtet (Petit Niçois 2. Février).

31. Januar. Morgens 11 Uhr in Rom ein Stoss (3).

**Februar.**

1. Februar. Morgens 1 Uhr 20 Min. Erdbeben in Ehrenhausen bei Graz von N. nach S. (N. Fr. Pr., Nr. 7339.)

1. Februar. Morgens gegen 5 Uhr liess sich in Friedrichsthal bei Krozingen (Schwarzwald) ein schwaches, in SO.—NW.-Richtung gehendes Erdbeben wahrnehmen. (Bad. Landes., Nr. 29, II.)

1. Februar. Abends 4 Uhr 37 Min. in Landelles (Calvados) unter Getöse 2—3 Secunden lang Erdbeben, worauf ein kurzer Stoss, der die Möbel erzittern machte. (Compt. rend., Nr. 6, S. 399.)

2. Februar. In Cortes (Malaga) Erdstoss, so heftig, wie am 25. December 1885; trotzdem in dem 15 Kilometer entfernten Bonda nicht beobachtet.

2. Februar. Abends 9 Uhr heftiges Erdbeben von 8 Secunden in Banjaluka, Jaice, Vaka vakuf, Travnik u. a. O. von Bosnien.

4. Februar. Morgens 10 Uhr 32 Min. in Rom ein Stoss (3) von SW. nach NO.

6. Februar. Mehrere Erdstösse zu Bannareso (Alicante). (Ex-presse de Lyon, 7. Februar.)

6. Februar. In Gütenbach bei Triberg (Schwarzwald) um 12 Uhr 40 Min. mehrere Erderschütterungen, darunter 2 heftige. In Alt-Simenswald waren sie mit unterirdischem Getöse verbunden. (Bad. Landes., Nr. 38 I.)

8. Februar. Erdstösse in Meluno (Malaga), wodurch drei Häuser einstürzten. (Expr. de Lyon, 9. Févr.)

10. Februar. Abends 1 Uhr 40 Min. in Chiavari drei Stösse (3) von SW. nach NO., in S. Margherita Ligure (6) und ebenso in Genua u. a. O.; um 2 Uhr in Taverna d'Orero.

11. Februar. Abends 2 Uhr in Montegisfo ein Stoss (3).

12. Februar. Erdstösse in der Bergkette von Tejeda (Andalusien).

13. Februar. Erdbeben in Torre del Campo (Andalusien), zerstörte Kirche, Spital und mehrere Häuser.

13. Februar. Abends 9 $\frac{1}{2}$  Uhr in Biberach bei Offenburg (Schwarzwald) heftiger Stoss, dem am 14. Morgens 10 $\frac{1}{2}$  Uhr ein zweiter folgte. Donnerähnliches Rollen, Zittern von Möbeln. (Bad. Landes. Nr. 40, I.)

14.—15. Februar. Nachts Erdbeben von 4 Secunden in Granada und Valley ohne Schaden.

15. Februar. Abends 11 Uhr 6 Min. in S. Remo zwei Stösse (3) von NW. nach SO. und 11 Uhr 9 Min. noch einer. Um 10 Uhr 45 Min. in Valdieri Stoss (3), um 11 Uhr 40 Min. in Ventimiglia (6).

16. Februar. Abends 10 Uhr leichtes Erdbeben in Chambéry. Im Thal der Isère zwei heftige Wellenbewegungen, in Menton und Nice Abends 9 Uhr 50 Min. Erschütterung von drei Secunden aus SO. nach NW. (Eclaireur, 22. Févr.)

16. Februar. Gegen 11 Uhr 45 Min. Abends in Adjud und Tecucin in Rumänien starkes Erdbeben mit unterirdischem Donner 1—2 Secunden lang von O. nach W. In Tecucin wurden Möbel gerückt.

19. Februar. In Montril und Loja durch Erdbeben zwei Häuser zerstört (Andalusien).

19. Februar. Abends 1 Uhr in Montefortino ein Stoss (3).

19. Februar. Abends 1 Uhr 20 Min. in Granada und Malaga zwei heftige Stösse von 8 Min.

20. Februar. Abends 11 Uhr 20 Min. in Neapel ein Stoss (3).

21. Februar. Mehrere Stösse in Loja und Alhuma verursachten grosse Bergstürze, durch einen derselben wurde Baemudir, Vorstadt von Alhuma, zerstört.

21. Februar. Abends 11 Uhr 45 Min. Heftiger Stoss in Ala (Tirol) mit donnerähnlichem Rollen. Nur in kurzem Umkreis gespürt, folgten ihm doch in späteren Tagen mehrere.

25. Februar. Abends 8 $\frac{1}{2}$  Uhr in Wien drei heftige Stösse von 2. Sec. aus W. nach O.

26. Februar. In Wien ein schwächerer Stoss mit Getöse.

26. Februar. Erdbeben in Temesvar.

26. Februar. Abends 9 Uhr 30 Min. in Verona Stoss (3) von N. nach S. und in Caprino Veronese, um 9 Uhr in Mailand, Spalimberto di Modena (4) von W. nach O. und zwei Stösse (6) in Verona, Mussa (3), Monte forte d'Alpone (4), Prignano (6); um 9 Uhr 46 Min. in Modena, Bologna, 9 Uhr 47 Min. Spinea di Mestre, 9 Uhr 50 Min. Piacenza (4) NO.—SW., Marola (6) zwei Stösse.

28. Februar. Abends 9 Uhr 50 Min. und 10 Uhr 30 Min. zwei Stösse (3) in Foligno, Abends 9 Uhr einer (5) in Trevi.

Mr. Virlet d'Aoust berichtet von einem 1885 stattgefundenen Erdbeben, das, trotzdem weder Monat, noch Tag des Eintrittes angegeben ist, doch einiges Interesse beansprucht. In der Gegend von

Dorignies-Duoi (Dép. du Nord), wo die Steinkohlenbergwerke von L'Es carpelle liegen, wird die Kohlenschicht an den drei Schächten 3, 4 und 5 durch die Kreideformation 230 Meter hoch bedeckt, unten Thon, darüber Kreide und oberer Grünsand. Diese Gegend wurde von dem Erdstoss betroffen, er fand aber nur innerhalb der Kreideformation statt, unterhalb in den Bergwerken wurde nichts beobachtet.

### März.

1. März. Abends 5 Uhr 10 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von W.—O., um 4 Uhr 46 Min. schon einer in Prignano, Marola, Pavullo, u. s. w.; Abends 5 Uhr einer in Alessandria, Parma, Modena, Chiavari u. a. O.

6. März. Morgens 3 Uhr 35 Min. in Schönowald (Amt Triberg) mehrere ziemlich starke Stösse; ein Kamin stürzte ein und im Gasthof „zum Adler“ ein Stück der Zimmerdecke herab. (Bad. Landeszeitung, Nr. 58, I.)

11. März. Am östlichen Theil des Aetna, besonders in Zefarana, Linguaglossa, Giarre und Morgens 1 Uhr 15 Min. ein Stoss (6) in Acireale, 1 Uhr 28 Min. einer (3), in Macchia (6), um 1 Uhr 40 Min. in Riposto.

12. März. Abends 8 Uhr 6 Min. Stoss (4) von W.—O. in Pavullo und Reggio Emilia, Abends 5 Uhr in Montefortino (5), um 9 Uhr 30 Min. in Chiavari.

14. März. Morgens 6 Uhr in Montefortino ein Stoss (3).

14. März. Abends 11 Uhr in Granada Erdbeben von mehreren Sec. aus W.—O.

16. März. Morgens 2 Uhr 25 Min. in Marola ein Stoss (6).

17. März. Morgens 7 Uhr 12 Min. längs des Schweizer Bodenseeufer zwischen Constanx und Romanshorn, in Münsterlingen, Altnau, Gutlingen und Uttwyl ein heftiger Stoss mit donnerartigem Getöse von W. her. (Schwäb. Mercur, 20. März.)

19. März. Morgens 7 Uhr 29 Min. in Acireale ein Stoss (3).

19. März. Morgens 10 Uhr 35 Min. in Carbone ein Stoss (3) mit Getöse von O.—W.

20. März. Morgens 4 Uhr 34 Min. in Spoleto ein Stoss (3).

20. März. Abends 7 Uhr 32 Min. in Mineo ein Stoss (3).

21. März. Abends 7 Uhr 30 Min. in Mineo ein Stoss (4).

22. März. Morgens 5 Uhr 15 Min. in Catania und Nicolosi ein Stoss (3).

23. März. Morgens 1 Uhr heftiger Stoss in Athen, schwach in Korinth von SO.—NW. Einige Tage vorher erfolgte eine 1 Meter betragende Senkung am Berg Ida.

23. März. Abends 7 Uhr 30 Min. in Monte Cassino ein Stoss, dem 7 Uhr 55 Min. noch einer folgte, ferner um 8 Uhr 20 Min. (3); 8 Uhr 22 Min. (7) und 8 Uhr 57 Min. (6).

24. März. Morgens 3 Uhr 32 Min. zwei sich rasch folgende Stösse von S. nach N. in Spalato. Auf Lesina unter Getöse zur selben Zeit von N. her. (K. k. Handelsministerium, Wien.)

25. März. Morgens 4 Uhr 6 Min. in Spinea di Mestre Stoss (6) und 6 Uhr 25 Min. noch einer von N. nach S.

25. März. Mehrere Erdstösse in Malaga, Granada und Antequerra.

26. März. Abends 11 Uhr 15 Min. in S. Vittorio, Materano und Umgebung ein Stoss (6).

27. März. Abends 7 Uhr 58 Min. Erdbeben in Griechenland. In Athen nur schwach, breitete es sich doch über den ganzen Peloponnes aus. In Piräus, Korinth, Missolonghi, Patras, Nauplia und auf Zante mehrere starke Stösse; am heftigsten in Argos, Kalamus und Megulopolis, wo Häuser beschädigt wurden. Das Dorf Karan oder Karna ist fast ganz zerstört. In Kalamus und Megalopolis wiederholten sich die Stösse bis zum Morgen. In Kleinasien war dasselbe Erdbeben zu Iconium und auf Kreta zu spüren.

28. März. Abends 8 Uhr 4 Min. in Acireale Stoss (3) von N. nach S.

28. März. Mehrere Erderschütterungen in Megalopolis und Kalamas.

30. März. Abends 5 Uhr in Montefortino drei Stösse (3).

#### April.

4. April. Morgens zwischen 4 und 5 Uhr in Telfs (Tirol) leichtes Erdbeben. (Bozner Ztg., 8. April.)

4. April. Abends 6 Uhr 48 Min. in Moncalieri ein Stoss (3) von NO.—SW.

5. und 6. April. Wiederauftreten der spanischen Erdbeben, besonders in Malaga, wobei in Velez und Antequerra wieder Häuser zerstört wurden.

6. April. Morgens 2 Uhr ein Stoss (3) in Rom.

9. April. Morgens 3 Uhr in Ferrara di M. Baldo ein Stoss (3), Abends 10 Uhr in Frascati und Avezzano einer.

10. April. Morgens 12 Uhr 20 Min. Erdbeben in Ala (Tirol).

10. April. Erdstoss im Dorf Monakam (Württemberg).

10. April. Morgens 2 Uhr 42 Min. in Frascati ein Stoss (7), 4 Uhr 44 Min. in Rom, Velletri, Rocca di Papa, M. Cassino, 2 Uhr 45 Min. in Palestrina, Subjaco, Anagni, Terracina, Gaëto, Rieti, Spoleto, in Avezzano (8).

11. April. Morgens 2 Uhr 20 Min. in Aquila ein Stoss (6) von NO. nach SW., der den im Bette liegenden Personen das Gefühl erweckte, hin und her geschaukelt zu werden; um 3 Uhr einer in Avezzano (5) und Sulmona.

11. April. Morgens während des Gottesdienstes im Dorf Monakam wieder Erdstoss; besonders auf der Empore unheimliches Schwanken und Knacken des Holzes. (Illustr. Zeitg.)

13. April. Abends 5 Uhr in Avezzano ein Stoss (5).

13. April. Grosses Erdbeben in der Schweiz. Es bestand aus einem Stoss als Vorläufer zwischen 9—10 Uhr in Neuchâtel, dem Hauptstosse 11 Uhr 43 Min. Morgens und einem Nachbeben zwischen Lausanne und Genf 3 Uhr 55 Minuten Abends. Der Hauptstoss hatte eine bedeutende Ausdehnung, indem er auf einem von folgenden Orten begrenzten Landstrich gespürt wurde, nämlich von Genf zum Thal des Joux, Neuchâtel, Sonceboz, Aarau, Schwyz, Interlaken, den Berner Alpen, Bex, Genfersee. Diese Fläche besitzt eine Länge von 220 Kilometer und eine Breite von 100 Kilometer oder einen Flächeninhalt von 20.000 Quadratkilometer. Seine Stärke war jedoch sehr verschieden, denn aus der romanischen Schweiz z. B., Waadt, Neuchâtel, Ormonts, Rhonethal, Montreux, Morges, St. Cergues, östlich der Orbe, Sonceboz liegen zahlreiche Nachrichten vor, dagegen keine aus dem Thal der Broie, dem Innern von Waadt u. s. w. Seine Intensität war umso grösser, je mehr man sich dem wahrscheinlich im oberen Simmenthal gelegenen Centrum näherte. Dort wurde auch einiger Schaden angerichtet und einzelne Felsen stürzten von den Bergen (Stärke 8). Der Stoss selbst bestand aus drei Wellenbewegungen von N.—S., an mehreren Orten mit unterirdischem Getöse.

17. April. Morgens 11 Uhr 10 Min. in Lecce ein Stoss (3) und um 1 Uhr 45 Min. Abends einer in Rocca di Papa.

18. April. Morgens 7 Uhr 57 Min. in Modena ein Stoss (6), in Parma (3) von W. nach O., in Verona (3), Marola, Parma, Bologna etc.

18. April. Morgens 10 Uhr 24 Min. Erdbeben mit unterirdischem Getöse in Pola.

19. April. Mehrere Stösse in Andalusien, besonders in Villanuova de Concepcion (Malaga), wo sich grosse Spalten im Boden bildeten und der Fluss aus seinen Ufern trat.

21. April. Abends 6 Uhr ziemlich starker Stoss zwischen dem Wiesen- und Wehrathal im südlichen Schwarzwald. Um 4 Uhr 50 Min. wurde schon in Todtnau einer gespürt. (Bad. Landesztg., 24. April.)

22. April. Morgens 6 $\frac{3}{4}$  Uhr in Gonobitz, Bezirk Cilli, zwei schwache Stösse von SO.—NW.

22. April. In Boltana (Provinz Huesca) in Spanien, nahe der französischen Grenze, starkes unterirdisches Getöse, dann entstand 1 Kilometer von der Stadt eine Kluft von 70 Meter Länge, 20 Meter Breite bei heftiger Erderschütterung und Dampf stieg daraus auf. (M. Allg. Ztg., Nr. 116.)

22. April. Bei der Eruption des Semeru Erderschütterungen in seiner Umgebung.

25. April. Seit dem Erdbeben vom 13. vernahm man im Simmenthal in der Nacht noch immer unterirdisches Getöse.

25. April. Morgens 11 Uhr 34 Min. ein 3 Sec. dauerndes Erdbeben in Station Braca (Bosnien) von N.—S., in Goroduz 11 Uhr 45 Min. von 7 Sec. (K. k. Militärtelegraph.)

Ende April Erdbeben auf der Insel Blictar.

### Mai.

Anfangs Mai verschwanden plötzlich die beiden kleinen Inseln bei Krakatao.

1. Mai. Gegen 12 Uhr 30 Min. Morgens in Triest ein Stoss (3) von N.—S., um 12 Uhr 12 Min. schon einer in Spinea di Mestre, dann von 12 Uhr 15 bis 12 Uhr 30 Min. Morgens das grosse Erdbeben in Steiermark, Ober- und Niederösterreich, zu dem diese Stösse offenbar in Beziehung standen.

1. Mai. Morgens 12 $\frac{1}{4}$  Uhr grosses Erdbeben in Steiermark u. s. w. Das Centrum war das Mürzthal und die Grenzen der betroffenen Fläche waren im Norden das Donauthal von Wien bis über Linz, im Osten Baden (Thermallinie), die Thäler der Mürz und



Mur. In Mürzsteg, Ottensheim, Leoben, Mittersdorf wurden fast alle Häuser beschädigt, in Kindberg eine Frau von einem herabstürzenden Balken getödtet und in Wartberg sind zahlreiche Häuser dem Einsturz nahe; an den meisten Orten donnerartiges Getöse. In Wien war das Erdbeben nur leicht, mehr in den Häusern, als auf den Strassen zu beobachten. Stark betroffen sind auch St. Pölten, Vöslau (12 Uhr 35), Linz (12 Uhr 19) mit Getöse 3 Secunden lang, Leoben (12 Uhr 16) Detonation mit Erdbeben von SO.—NW., Neuberg (12 Uhr 36) mit 5 Stössen und Getöse, in Friedberg in Steiermark nahe der ungarischen Grenze zwei Stösse. — Von Wiener-Neustadt gehen, wie die österreichischen Geologen festgestellt haben, strahlenförmig 3 Erdbebenlinien aus. 1. Die Thermallinie über Leobersdorf, Vöslau, Baden, dem Ostrand der Alpen bis Wien folgend; 2. eine das Streichen des Gebirges durchquerende Linie gegen NW., die sich bis nach Böhmen fortsetzt, Kamplinie; 3. eine mit Mürz und Mur bis Graz zusammenfallende Linie. Letztere war die hauptsächlich thätige, da Mürzsteg, Neuberg, Mittersdorf, Bruck am meisten litten, aber auch die beiden anderen waren thätig. Die nördlichsten Punkte waren Gänsbach in Mähren, Iglau in Mähren, der bayerische Wald, Passau, Schrems bei Waidhofen a. d. Thaya, der äusserste SO.-Punkt im Eisenburger Comitats Oberschützen. Die Ausdehnung nach Westen ging bis Grieskirchen, Haag, Gmunden. In Neuberg soll noch am 2. Morgens, stärker aber am 3. Mai 4 Uhr 30 Min. ein Stoss eingetreten sein.

2. Mai. Abends zwischen 6 Uhr 3 Min. und 9 Uhr in Torre del Greco ein Stoss (3).

3. Mai. In Kindberg Nachts 3 Erdstösse und 4 $\frac{1}{4}$  Morgens noch einer mit dumpfem Rollen, in Mürzthal 4 Uhr 17 von O.—W. 2 Secunden. Es sind dies die am 1. stärkst betroffenen Orte.

8. Mai. Morgens 2 Uhr 42 Min. in Corleone ein Stoss (5) von NW.—SO. mit Getöse und 6 Uhr 15 Min. noch einer.

11. Mai. Abends 8 Uhr 45 Min. in Giarre ein Stoss (5), Acireale (3).

12. Mai. Abends 9 $\frac{1}{2}$  Uhr in Wartberg bei Graz Stoss mit starkem Getöse (Mürzthallinie).

19. Mai. Morgens 1 Uhr 30 Min. wieder in Kindberg und Wartberg ein Stoss.

24. Mai. Heftiges Erdbeben im Thal von Kaschmir. Es folgten 2 heftige Stösse um 3 Uhr Morgens auf einander und das Beben dauerte noch am 25. Mai Morgens an, wo die Baraken der Soldaten zerstört wurden. 50 Soldaten blieben todt, in der Stadt gab es 40 Todte und der Palast des Maharadscha, der des britischen Residenten wurden zerstört. In Sopor stürzte die Moschee ein und begrub 200 Personen. Die Erdbeben wiederholten sich in den nächsten Tagen heftig, so dass im Bezirk Musaserabad 2000 Menschen umgekommen sein sollen. Im Ganzen gibt man in Kaschmir den Verlust auf 3081 Todte an und die Zahl der eingestürzten Häuser auf 70.000.

27. Mai. Morgens 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr in Klausenburg, Dées und Banffy-Hunyad in Siebenbürgen ein Stoss von W.—O. von 3—4 Secunden.

28. Mai. Morgens 9 Uhr 10 Min. ein Stoss (3) in Benevent.

### Juni.

Die Neue Freie Presse (Nr. 7466) vom 12. Juni brachte die Nachricht von einem grossen Erdbeben in Kaukasien, das demnach Ende Mai oder Anfangs Juni eingetreten sein muss; das Städtchen Sikuch, NW. von Derbent, verschwand sammt allen Häusern, die Mehrzahl der Einwohner rettete sich jedoch durch die Flucht. Auch grosse Spalten entstanden in seiner Umgebung.

1. Juni. Morgens 5 Uhr 50 Min. in Mineo ein Stoss (3) von N.—S.

3. Juni. Morgens 1 Uhr 12 Min. in Syrakus, Militello, Pelegonin, Mineo ein Stoss (5), gefolgt um 3 Uhr Morgens von einem zweiten.

5. Juni. Abends 11 Uhr 43 Min. ein Stoss (4) in Monte Cassino.

6. Juni. Die Erdbeben im Thal von Kaschmir wiederholten sich. Im NW.-Theil des Thales öffnete sich der Boden und die Dörfer Dubgaon, Jamalapor und Ovan versanken, während Strahlen heissen Wassers aufstiegen. Das Fort Gurais wurde zerstört und circa 2000 Menschen getödtet. Auch an mehreren Orten des nördlichen Indien wurde das Erdbeben gespürt.

9. Juni. Abends 9 Uhr 33 Min. in Spoleto ein Stoss (6) von NO.—SW. unter Getöse und um 11 Uhr 17 Min. und 9 Uhr 30 Min. einer (3) in Trevi.

10. Juni. Abends 11 Uhr in Rom ein Stoss (3) von SO.—NW.

12. Juni. Abends 11 Uhr 23 Min. in Bari ein Stoss (3) von SO.—NW.

16. Juni. Abends 3 Uhr 32 Min. und 4 Uhr 1 Min. in Bari je ein Stoss. In Ciro kamen zwischen 2 und 7 Uhr sechs Stösse vor.

17. Juni. Abends 11 Uhr 30 Min. in Narni ein Stoss (5), in Terni und Spoleto einer 11 Uhr 34 Min. von SO., in Rieti (6) und Morro Bentino (8).

18. Juni. Morgens 10 Uhr 50 Min. in allen Bezirken von Yorkshire zwei leichte Erdstösse. Die Bewegung ging von der Ostküste durch die Wolds und westlich bis Hendingley bei Leeds. In Knottingley und Ferrybridge eilten die Bewohner aus den Häusern und in Eadinywold wurden die Möbel gertückt.

20. Juni. Morgens 5 Uhr 16—18 Min. Erdbeben in der Westschweiz. Es bestand aus einer Reihe von Stössen. 1. Ein Vorläufer um Mitternacht und 3 Uhr Morgens schwach in Neuchâtel und Chaux de Fonds. 2. Hauptstoss 5 Uhr 16 Min., im Centrum seines Gebietes. Drei nachfolgende an späteren Tagen. Dieses Centrum lag bei Yvonaud oder zwischen Yverdon, Neuchâtel und Payerne. Möbel wurden gertückt und in Payerne sogar ein Camin herabgestürzt (6), schwächer war es bei Genf, le Brassus, Locle, Basel, Glarus, Thun, Saxon, also in der ganzen Ebene zwischen Alpen und Jura (Forel).

23. Juni. Morgens 12 Uhr 35 Min. in Montet sur Cudefrin, um 11 Uhr Morgens in St. Imier, um 2 $\frac{1}{2}$  Uhr Abends ein Stoss in Neuchâtel (Nachbeben).

24. Juni. Morgens 9 Uhr 20 Min. in Yverdon ein Stoss (?).

25. Juni. Abends 2 Uhr 30 Min. am Stromboli ein Stoss (5).

26. Juni. Leichter Erdstoss zu Malaga. (J. d. Débats, 23. Juni.)

27. Juni. Morgens 3 Uhr in Rom ein Stoss (3).

29. Juni. Abends 6 Uhr 50 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von NW.—SO.

### Juli.

1. Juli. Morgens 7 Uhr 13 Min. in Valdieri ein Stoss (5) mit Getöse.

1. Juli. Heftige Erdstösse im Seedistrict bei Carlisle, Grasmere, Ambleside u. s. w., begleitet von heftigem donnerartigen Getöse.

14. Juli. Morgens im östlichen und mittleren Bengalen ein Erdbeben von solcher Stärke, wie seit Langem nicht. In Calcutta schwankten und krachten die Häuser 1 Minute lang und Mörtel fiel ab und im Fluss stieg eine grosse Woge empor. In Senajunge brach ein Fabrikschornstein zusammen und in vielen Orten wurden Menschen durch zusammenstürzende Häuser erschlagen; in Aberipare 25 Todte, in Bogura 5, in Azimunge 11 und mehrere in Dacca.

15. Juli. In Kaschmir wieder ein Schaden verursachendes Erdbeben.

18. Juli. Abends 10 Uhr 46 Min. starkes Erdbeben von 4 Secunden in Serajewo. Es waren mehrere rasch sich folgende Stösse von N.—S. mit unterirdischem Getöse. Auch in Kiseljak, Bussacca, Travnik, Visoko, Zenica, Tarcin, Konjica, Mokra und schwächer in Tirnowa, Kalivnovit und Jajce gespürt.

22. Juli. Abends 11 Uhr 25 Min. Erbeben von 4 Secunden in Jajce und Travnik (Bosnien), ein Stoss, der in wellenförmige Bewegung von NO.—SW. überging, begleitet von dumpfem Getöse.

23. Juli. Abends 2 Uhr 25 Min. in Valdieri ein Stoss (6) von S.—N.

24. Juli. In Rungapure und Bengalen drei heftige, grosse Verheerungen anrichtende Stösse. Ein Dorf in der Nähe von Nattore (Bengalen) verschwand gänzlich.

Ende Juli mehrere Erdstösse in Smyrna.

23. Juli. Beim Ausbruch des Cotopaxi Morgens 1 Uhr Erdbeben in seiner Umgebung und bis Guayaquil.

### August.

2. August. Abends 10 Uhr 23 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von NW.—SO.

2. August. Heftiges Erdbeben in Taschkend Wernoje; in Pischpek alle Häuser beschädigt, die Ansiedelungen in Sukuluk und Belovdosk wurden zerstört, an letzterem Orte die Kirche zertrümmert und dabei viele Menschen erschlagen. Zahlreiche Spalten entstanden. Man gibt im Ganzen 50 Todte und 66 Verwundete an.

2. August. Mehrere Punkte Griechenlands wurden von Erdbeben betroffen.

14. August. Morgens 4 Uhr ein Stoss (3) in Spoleto.

16. August. Morgens 4 Uhr 32 Min. in Valdieri ein Stoss (4) von N.—S.

17. August. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Montesinaro heftiger Stoss (6—7).

17. August. Im nördlichen Theil des Zempliner Comitats (Ungarn) Abends 7 $\frac{1}{2}$  Uhr ein Erdbeben von 5 Secunden. (Illustrirte Zeitung, 29. August.)

20. August. Morgens gegen 6 $\frac{3}{4}$  Uhr bedeutende Erderschütterungen in Stassfurth. (National-Zeitung, 23 August.)

24. August. Abends 1 Uhr 20 Min. in Mineo ein Stoss (3).

24. August. Morgens 4 Uhr 55 Min. in Spoleto ein Stoss (4) mit Getöse.

26. August. Abends nach 5 Uhr heftiges Erdbeben im Mürzthal. In Mittersdorf ging es mit unterirdischem Getöse von W.—O. und einige Gebäude erhielten Risse. In Wartberg war der Stoss kurz und heftig. Auch in Obersteier und St. Lorenzen wurde er in der Richtung des Mürzthales gespürt, Mörtel fiel herab und unterirdisches Rollen hörte man besonders im Freien; in Altenberg bei Neuberg kam er von unten und das Getöse war heftig; in Langenwang war die Bewegung nur kurz und schwach.

30. August. Abends 10 Uhr 45 Min. heftiger Erdstoss in Murau (Oesterreich) mit unterirdischem Getöse.

### September.

2. September. Morgens 5 $\frac{1}{4}$  Uhr im Reichenauer Thal (Oesterreich) ein Erdbeben. In Hirschwang waren es 3 starke Stösse. Das Ereignis traf auch das Mürzthal, aber nur schwach, 5 Secunden lang von W.—O.

3. September. 12 Uhr 26. Min. in Banjaluka wellenförmiges Erdbeben von W.—O.

7. September. Abends Erdbeben in Constantine (Algerien).

Seit 7. September wurden wiederholt heftige Erschütterungen an der mittelländischen Küste von Kleinasien, in Salonichi, auf Chios und dem griechischen Archipel gespürt.

10. September. Morgens 3 Uhr leichtes Erdbeben in Sils (Engadin). (Meraner Zeitung.)

12. September. Morgens 3 Uhr circa in Kljuc (Bosnien) ziemlich heftiges Erdbeben von NW.—SO.

17. September. Morgens gegen 3 Uhr 20 Min. heftiges wellenförmiges Erdbeben von SW. nach NO. in ganz Bosnien, in den

Telegraphenstationen so stark, dass die Batterien-Elemente gerückt wurden. Stark auch in Visoko, Kiseljak und Travnik.

17. September. Morgens 10 Uhr 45 Min. in Neapel ein Stoss (3) und in Torre del Greco.

17. September. Morgens 10 Uhr 33 Min. leise Schwingungen und darauf ein Stoss (8) in Benevent von NO.—SW.

18. September. Abends zwischen 11 und 12 Uhr in Rom ein Stoss (3) und schon Morgens einer.

19. September. Abends 5 Uhr 42 Min. und 45 Min. in Benevent starke Stösse (6).

20. September. Morgens 1 Uhr 10 Min. heftiger Erdstoss im östlichen Steiermark, besonders in Waitz, Birkfeld, Passail, Geilsdorf mit donnerartigem Getöse.

20. September. Morgens 2 Uhr in Jajce heftiges Erdbeben, das Alles aus dem Schlafe aufweckte.

21. September. Abends schwache Erschütterungen in Graz; Vorläufer des grossen Erdbebens.

22. September. Morgens 4 Uhr bedeutendes Erdbeben in Steiermark. Sein Erschütterungskreis dehnte sich über das Mürzthal, die Seitenthäler des Semmering, das Steinfeld, die angrenzenden Theile des Leithagebirges und Wienerwaldes aus bis Wien, wo es sich besonders in den hochgelegenen NW.-Vororten bemerkbar machte. Der östlichste Punkt scheint Oedenburg gewesen zu sein. Die Richtung ging im steierischen Grenzgebirge von SO.—NW., im Steinfeld von S.—N., in Wien von O.—W. In Gloggnitz, Pottschach, Ternitz traten vier Stösse zu verschiedenen Zeiten ein, 3 Uhr 45 Min. bis 7 Uhr 45 Min. Morgens. In Wien war es 4 Uhr 50 Min., in Schottwien 3 Uhr 50 Min. mit Getöse, in Hirschwang 4 Uhr 50 Min. Rollen, darauf starker Stoss, in Vöslau 3 Uhr 55 Min. Vorbeben waren in Pottenstein 2 Uhr Morgens, in Kirchberg 3 Uhr, in Gloggnitz 3 $\frac{1}{4}$  Uhr; Nachbeben in Ternitz 4 Uhr 28 und 52 Min., Neunkirchen 4 Uhr 40 Min., Kirchberg 5 Uhr 10 Min., das letzte zwischen 7—8 Uhr, aber mit so verschiedenen Angaben, dass es mehrere Stösse gewesen sein müssen. Nach Westen reichte das Hauptbeben bis ins Traisenthal, Hohenburg und St. Aegidi; das Centrum war Gloggnitz, Ternitz, Pottschach und im Thal bei Kirchberg am Wechsel, wo 4 Stösse erfolgten zwischen  $\frac{3}{4}$  Uhr und 4 Uhr. Von Reichenau meldete man den ersten Stoss 12 Uhr Nachts, einen heftigeren 3 Uhr 48 Min.

mit unterirdischem Rollen, dann Stösse um 4 Uhr 30 Min. und 7 Uhr 30 Min. In Gross-Pöchlarn, jenseits der Donau wurden gegen 4 Uhr von S.—N. zwei Stösse beobachtet.

23. September. Abends 6 Uhr 30 Min. Erdstoss in Reichenau, besonders in Thalhof, um 7 Uhr 35 Min. in Pottschach zwei Stösse, der stärkere mit Getöse.

23. September. Morgens 5 Uhr 40 Min. und 7 Uhr in Benevent ein Stoss (3) mit Getöse.

24. September. Morgens 8 Uhr 45 Min. anhaltendes dumpfes Getöse in Pörschach ohne Stoss.

25. September. Morgens 8 Uhr 5 Min. in Nicolosi ein Stoss (9), aber von geringer Ausdehnung.

26. September. Morgens 12 Uhr 58 Min. Erdbeben im Canton Wallis aus 2—3 Oscillationen verschiedener Richtung, je nach dem Ort. Das Centrum lag in der Mitte von Wallis, wo der Stoss (6) heftig war. Gegen N. dehnte er sich bis Schwanden und Zweisimmen, Chateau d'Oeux und Yverne in den waadtländischen Alpen aus, besonders in den Thälern des Avencon, der Gayonne und der Grande eau, im übrigen Waadt wurde nichts bemerkt, nur in Genf und Nidau um 12 Uhr 55 Min. Morgens (Forel).

27. September. Abends 6 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).

28. September. Abends 11 Uhr in Benevent ein Stoss (3).

### October.

2. October. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Nicolosi ein Stoss (3), noch schwächer in Giarre.

5. October. Morgens 2 Uhr in Cutanzaro ein Stoss (4) von 3 Sec. und um 7 Uhr am Stromboli (3).

8. October. Morgens 5 Uhr 10 Min. in Pistoja ein Stoss (3) von O.—W.

9. October. Morgens 4 Uhr wellenförmiges Erdbeben von kurzer Dauer in Gradisca und Banjaluka. (N. Fr. Pr.)

10. October. Morgens 5 Uhr 10 Min. in Pistoia ein Stoss (3) von O.—W.

13. October. In der Provinz Granada wieder ein heftiges Erdbeben.

14. October. Abends 10 Uhr 30 Min. in Narni ein Stoss (5).

15. October. Morgens 3 Uhr 55 Min. in Klagenfurt, Maria-rein und in Pörschach Erdbeben mit Donnerrollen von O.—W. (N. Fr. Pr. Nr. 7591).

15. October. Das Wasser des Vierwaldstättersee's stieg und fiel an diesem Tage in regelmässigen Zwischenräumen, bei Luzern am Nadelwehr deutlich zu sehen. Man glaubte dort, dass der Erscheinung ein Erdbeben zu Grunde liege, wahrscheinlich aber war sie ähnlich den Séchelles des Genfer Sees.

15. October. In Palagonia Morgens 4 Uhr 10 Min. ein Stoss (3) von SW.—NO.

16. October. Abends 10 Uhr 42 Min. in Tarni ein Stoss (3) von O.—W.

18. October. Abends 7 Uhr 46 Min. in Zvornik (Bosnien) ein schwacher Stoss von 3 Sec., um 9 Uhr 40 Min. ein heftigerer, 6 Uhr und 10 Uhr 50 Min. wieder zwei schwache von 2 Sec. und 4 Uhr 30 Min. ein heftiger mit dumpfem Getöse aus NW.—SO. Der Stoss um 9 Uhr 40 Min. hatte ein 4 Sec. anhaltendes Nachzittern im Gefolge. (N. Fr. Pr., 22 Oct.)

23. October. Morgens 5 Uhr 25 Min. in Corleone ein Stoss (5) von SO.—NW.

29. October. Abends 11 Uhr 40 Min. fünf Stösse in kurzen Intervallen zu Doboj (Bosnien).

30. October. Morgens 12 Uhr 40 Min. in Doboj noch zwei stärkere von Getöse begleitete Stösse.

### November.

4. November. Morgens 5 Uhr unterirdisches Getöse und ein Stoss (5) in Narni.

11. November. Abends 3 Uhr 34 Min. in Acireale ein Stoss (3).

13. November. Morgens 10 Uhr 30 Min. ein Stoss (3) in Rocca di Papa und am M. Cavo.

15. November. Morgens 2 Uhr 15 Min. Erdbeben in Sion, Gryon, Ollen, derselben Gegend von Wallis, die das Centrum am 26. September war.

16. November. Morgens 12 Uhr 30 Min. auf Isola Salina bei Lipari ein Stoss (5).

19. November. In S. Francisco u. a. O. der Küste erschienen 7 Stunden lang Erdbebenwellen in Zwischenräumen von 35 Min. (Illustr. Ztg., 19. Dec.)



20. November. Morgens 5 Uhr 45 Min. Erdbeben in Gondo, am Südabhang des Simplon (Forel).

26. November. Morgens 11 Uhr 26 Min. in Pistoria ein Stoss (3).

27. November. Morgens 11 Uhr in Oppido Mamertina ein Stoss (4) von N.—S., in Carbone 11 Uhr 5 Min. ein Stoss (3) von N.—S.

### December.

3. December. Gegen 8 $\frac{1}{2}$  Uhr Abends leise Stösse mit unterirdischem Getöse in M'Sila (Algerien). Einige Secunden später erschütterte ein furchtbarer Stoss mit schrecklichem Getöse den Boden und brachte einen Theil der Häuser zum Einsturz. Alles floh, aber zahlreiche Personen waren schon unter den Trümmern begraben. Auch in Mascara, Blidah, Médéah stürzten Häuser zusammen.

4. December. Leise Erschütterungen dauerten in M'Sila fort, aber 3 Uhr und 4 Uhr Morgens ebenso heftige Stösse wie am Abend vorher.

5. December. Fortdauer der algerischen Erdbeben, besonders 4. Abends um 8 Uhr 20 Min. bis Morgens am 5. In Bourunda wurden um 8 Uhr 20 Min. am 4. bis 2 Uhr 55 Min. Morgens am 5. fünf Stösse gespürt; viele Häuser und Kirchen wurden zerstört, 4 Menschen blieben todt. In Létif fanden die drei heftigsten Stösse ebenfalls 8 Uhr 20 Min. statt und es folgten noch mehrere. Das Erdbeben war stärker im Innern des Landes, als an der Küste; in der Stadt Algier nur drei schwache Oscillationen, stark aber in der Umgebung von Mustapha, El-Biar, Bouzareh. M'Sila ist zu  $\frac{2}{3}$  zerstört und hat 32 Todte und 12 Verwundete, darunter mehrere Europäer.

6. December. Abends 1 Uhr 45 Min. und 3 Uhr 40 Min. in M'Sila und Bondj-bou-Areridji heftige Stösse.

6. December. Morgens 7 Uhr 45 Min. und 8 Uhr 10 Min. in Chiavari ein Stoss (3), 7 Uhr 50 Min. in Massa Carrara einer (3).

7. December. Abends 8 Uhr 45 Min. Erdbeben in Zepca, Zenica und Travnik von 3 Sec. (N. Fr. Pr., 9. Dec.)

8. December. In M'Sila 4 starke Stösse.

8. December. Abends 2 Uhr 15 Min. in Foggia ein Stoss (3).

11. und 12. December. Abermals mehrere heftige Stösse in M'Sila; mehrere schon beschädigte Gebäude kamen zum Einsturz. In Bou-Smada fünf Stösse ohne Schaden, dagegen in Bordji, bei Bordji-bou-Areridji mehrere Bergstürze auf die Landstrasse von M'Sila, mehrere Brücken zerstört.

13. December. Mehrere Stösse in Sétif, Areridji und M'Sila. Der Bahnhof von Chamma musste wegen Baufälligkeit verlassen werden.

14. December. Schwaches Erdbeben in Hernani (Provinz Guijuzevo), Spanien. (Phare du Littoral, 15 Dec.)

18. December. An diesem Tag soll die Stadt Amatitlan durch Erdbeben, wobei man 131 Stösse zählte, zerstört worden sein.

22. December. Erdbeben in Leruca, Zubiela und Zeila in Spanien. In Navarra dauerte es 7 Sec. lang.

26. December. Morgens 11 Uhr 26 Min. in Florenz ein Stoss (3), 11 Uhr 36 Min. in Pistoria einer (3).

26. December. Morgens 2 Uhr 50 Min. in Campobasso ein Stoss (8) von N.—S.

29. December. Abends 10 Uhr 59 Min. in Padua ein Stoss (6), 11 Uhr 26 Min. in Spinea di Mestre einer (7), 11 Uhr Venedig (7) und Belluno (6), 10 Uhr 59 Min. in Bologna einer (3), 11 Uhr 7 Min. in Triest (4) von NO.—SW.

29. December. Abends 8 Uhr 50 Min. schwaches Erdbeben in Travnik (Bosnien), 3 Sec. lang mit dumpfem Rollen aus W.—O.

30. December. Gegen 11 Uhr Abends heftiger Stoss in Trient (Tirol). In Meran 11 Uhr 5 Min. zwei Stösse von O.—W. bemerkt und darauf oscillirende Schwankungen, besonders in Obermais, desgleichen in Arco 11 Uhr 9 Min., Abbazia 11 Uhr 16 Min. von NO.—SW. In Istrien und Innsbruck 11 Uhr 5 Min. Diese Stösse standen wahrscheinlich in Verbindung mit dem italienischen Erdbeben.

30. December. Morgens 3 Uhr leichter Stoss in Neapel, ein heftiger in Bajano. Gegen 12 Uhr Mittags ein heftiger Stoss in S. Mauro Forti und nach 3 Min. von einer wellenförmigen Bewegung unter Getöse und von einem schwächeren Stoss gefolgt, Abends 11 Uhr ein heftiger in Venedig und dieser könnte der in Istrien und Tirol beobachtete sein.

31. December. Morgens 4 Uhr 15 Min. starkes Beben in Domanovir (Bosnien). (N. Fr. Pr.)

Die Zahl der in voranstehender Zusammenstellung enthaltenen Erdbeben, die noch vor deren Abschluss aufgenommen werden konnten, beträgt 230. Sie vertheilen sich in folgender Weise auf die Jahreszeiten :

Winter: 90.

(December 20, Januar 40, Februar 30.)

Frühling: 61.

(März 27, April 23, Mai 11.)

Sommer: 40.

(Juni 18, Juli 10, August 12.)

Herbst: 39.

(September 15, October 14, November 10.)

An folgenden Tagen ereigneten sich Erdbeben an verschiedenen Orten:

1. Januar. Andalusien, Velletri.
5. Januar. Saluzzo, Malaga.
6. Januar. Granada, Marseille, Maryland.
7. Januar. Andalusien, Toblach, Miero.
12. Januar. Andalusien, Irkutsk, Velletri.
27. Januar. Valparaiso, Kärnten, Cambodscha.
31. Januar. Algerien, Rom, Toblach.
1. Februar. Graz, Schwarzwald, Calvados.
16. Februar. Rumänien, Chambery, Schwarzwald, Andalusien.
23. März. Athen, Monte Cassino.
4. April. Telfs, Moncalieri.
10. April. Tirol, Spoleto, Schwarzwald.
13. April. Avezzano, Schweiz, Java.
22. April. Gonobitz, Spanien.
25. April. Simmenthal, Bosnien.
1. Juli. Valdieri, England.
24. Juli. Sicilien, Bengalen.
2. August. Italien, Taschkend, Griechenland.
17. August. Ungarn, Italien.
17. September. Bosnien, Neapel.
23. September. Reichenau, Benevent.
26. September. Nicolosi, Wallis.
15. October. Palagonia, Klagenfurt.
6. December. Chiavari, Algerien.
8. December. Italien, Algerien.
29. December. Italien, Bosnien.

Das bedeutendste Erdbeben des Jahres war das in Andalusien, welches schon 1884 seine grösste Kraft entfaltete und deshalb im vorhergehenden Bericht beschrieben ist, das sich mit seinen zerstörenden Wirkungen jedoch weit in das Jahr 1885 fortsetzte.

Nach diesem darf wohl das Erdbeben im Innern Algeriens als das stärkste angesehen werden, welches am 3. December in einer bisher nie darauf beobachteten Gegend eintrat, viel Schaden verursachte und zahlreiche Menschenleben kostete.

Auch das am 24. Mai beginnende Erdbeben in Kaschmir kostete Tausenden das Leben und richtete grosse Verwüstungen an. Es wiederholte sich mehrmals mit ähnlichen Folgen.

### Nachträge.

Im Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1885, I, S. 284 ereifert sich Herr Ingenieur D. M. Verbeek über diese Berichte, weil im Jahrgang 1883 derselben die Ereignisse von Krakatao nach, später als übertrieben sich erweisenden Darstellungen mitgetheilt sind. Herr Verbeek musste aber wohl wissen, dass zur Zeit der Abfassung der Berichte keine anderen Nachrichten als die einiger Capitäne und englischer Zeitungen vorlagen und darum die Ereignisse in allen wissenschaftlichen Vereinen in dem gleichen Sinne damals besprochen wurden. Diese Nachträge sind dazu da, um Ergänzungen und Berichtigungen der, sehr häufig unrichtigen ersten Angaben aufzunehmen und hätte Herr Verbeek im Jahre 1885 diese Nachträge von 1884 angesehen, statt den Bericht von 1883 allein, so würde er einen Auszug seiner eigenen Untersuchungen als Berichtigung vorgefunden haben. Ohne also den Inhalt dieser Jahresberichte zu kennen, hat er eine in wenig ziemlichen Ausdrücken abgefasste Kritik publicirt, gegen welches Verfahren ich protestire und die Redaction des Jahrb. f. Min. u. s. w., welche diese kritiklose Kritik aufgenommen hat, bitte, davon Notiz zu nehmen.

### Nachträge von 1883.

#### Juli.

1. Juli. Abends 6 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).
3. Juli. Morgens 11 Uhr 15 Min. in Cascia ein Stoss (3).
4. Juli. Morgens gegen 2 Uhr 15 Min. Cantalupo nel Sannio ein Stoss (6) von W.—O. und 6 Uhr 15 Min. einer (3) in Cascia.

7. Juli. Mittags 12 Uhr in Cascia ein Stoss (3).  
 9. Juli: Mehrere Stösse in Cascia; ebenso am 10., 11. und 12. Juli.  
 12. Juli. Abends 3 Uhr 30 Min. in Nicolosi ein Stoss (4).  
 22. Juli. Morgens 6 Uhr in Ferrara di Monte Baldo ein Stoss (3).  
 22. Juli. Abends 5 Uhr 16 Min. ein Stoss (6) in Monculieri von N.—S. In Casamicciola um dieselbe Zeit ein Stoss (3).  
 23. Juli. Abends 8 Uhr in Casamicciola ein Stoss (3).  
 24. Juli. Morgens 8 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein Stoss (3).  
 25. Juli. Morgens 6 Uhr in Ferrara di Monte Baldo ein Stoss (3).  
 25. Juli. Nachts 10 Uhr 50 Min. in Cosenza ein Stoss (7) und in Tirioli einer (5) von SO.—NW.  
 25. Juli. Morgens 11 Uhr 4 Min. ein Stoss (3) in Acireale.

### August

3. August. Das schon mitgetheilte Erdbeben war in Casamicciola sehr stark (9), ebenso in Forio, Ischia u. s. w.  
 4. August. Zahlreiche Stösse in Casamicciola, der stärkste (6) Abends 9 Uhr 45 Min.  
 7. August. Morgens 4 Uhr in Aquila und Rimini ein Stoss (3).  
 8. August. Morgens 10 Uhr 40 Min. in Casamicciola ein Stoss (3) und Geräusch im Monte Rotaro.  
 9. August. Morgens 10 Uhr in Salerno ein Stoss (6).  
 11. August. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Ischia ein Stoss (3).  
 12. August. Morgens 6 Uhr 30 Min. in Casamicciola und Sasso ein Stoss (8), in Ischia (3), 6 Uhr 45 Min. in Casamicciola (6) mit starkem Getöse.  
 15. August. Morgens 1 Uhr in Casamicciola ein Stoss (5), später mehrere schwächere.  
 17. August. Morgens 3 Uhr und 3 Uhr 15 Min. in Cascia Stösse (3), Morgens 6 Uhr 10 Min. ein Stoss in Siena (5).  
 18. August. Abends 7 Uhr 25 Min. in Magagnano (M. Baldo) drei Stösse (3), 8 Uhr 17 Min. in Montefortino einer (8).  
 21. August. In Giarre in kurzen Zwischenräumen drei Stösse (3).  
 23. August. Morgens 3 Uhr 10 Min. in Rocca di Papa ein Stoss (5) von NW.—SO., Abends 9 Uhr 45 Min. ein schwacher.

26. August. Abends 6 Uhr 30 Min. in Monte Cavo ein Stoss (3) von O.—W.

27. August. Abends 7 Uhr 30 Min. unter heftigem Getöse in Trevi ein Stoss (3).

30. August. Morgens 1 Uhr in Montone (Perugia) ein Stoss (5).

### September.

1. September. Morgens 7 Uhr 45 Min. ein Stoss (3) in Cascia.

3. September. Abends 10 Uhr 30 Min. in Montefortino ein Stoss (4).

4. September. Morgens 8 Uhr in Montefortino ein Stoss (4).

4. September. Abends 10 Uhr 20 Min. in Ferrara, Fontana, Barano, Forio ein Stoss (6).

5. September. Morgens 3 Uhr 59 Min. in Florenz ein Stoss (5) von NO.—SW.

9. September. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Rocca di Papa ein Stoss (3).

10. September. Morgens 2 Uhr in Casamicciola ein Stoss (6).

17. September. Gegen 5 Uhr Morgens in Cantalupo nel Sannio ein Stoss (3), 10 Uhr noch einer.

21. September. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Marcerata ein Stoss (5) mit Getöse.

24. September. Abends 8 Uhr und am 25. Morgens 1 Uhr 30 Min. in Nicolosi Stösse (3).

25. September. Zahlreiche Stösse (3) in Cascia.

26. September. Morgens 1 Uhr in Lipari ein Stoss (3).

26. September. Abends 8 Uhr 29 Min. in Domegliara, Cola etc. ein Stoss (7), in Verona einer (3).

27. September. Abends 10 Uhr 45 Min. in Cascia ein Stoss (5).

30. September. Morgens 10 Uhr 30 Min. in Arricia ein Stoss (3), 11 Uhr 35 Min. in Paluzzuolo einer (3), Abends 10 Uhr 30 Min. in Rocca di Papa einer (3).

### October.

5. October. Abends 3 Uhr 4 Min. in Rom ein Stoss (5) und 4 Uhr 25 Min. einer (3).

7. October. Morgens 5 Uhr 45 Min. in Nicolosi ein heftiger Stoss (8).

- 10. October. Abends 6 Uhr 10 Min. in Trevi ein Stoss (3).
- 12. October. Morgens 12 Uhr 48 Min. in Siena ein Stoss (3).
- 16. October. Morgens 5 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).
- 22. October. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Belluno ein Stoss (5)  
von O.—W., 4 Uhr 15 Min. nochmals einer (3).
- 27. October. Morgens 4 Uhr in Cascia ein Stoss (3) und in  
S. Agata und Feltri von NO.—SW.

### November.

- 4. November. Abends 12 Uhr 45 Min. in Acireale ein Stoss (3).
- 8. November. Morgens 3 Uhr 45 Min. in Campagna zwei  
Stösse (6), Pistoia zwei (3), Guzzano zwei (3 und 5), Cascia einer (3).
- 10. November. Morgens 8 Uhr 10 und 20 Min. in Cascia  
Stösse (3).
- 12. November. Abends 6 Uhr in Nicolosi ein Stoss (3).
- 15. November. Morgens 11 Uhr 15 Min. am Monte Baldo  
ein Stoss (3).
- 18. November. Morgens 10 Uhr 17 Min. in Avellino zwei  
Stösse (5), Potenza einer (3) und ein zweiter (5), um 10 Uhr 30 Min.  
in Rom ein Stoss (3), Viggiano (5), Melfi (3), Foggia (5).
- 25. November. Abends 2 Uhr 11 Min. in Florenz ein Stoss  
(3) von NW.—SO., in Siena, Colle (7) mit Getöse.
- 26. November. Abends 7 Uhr 30 Min. in Siena ein Stoss (3).
- 27. November. Abends 7 Uhr 40 Min. in Siena ein Stoss (3).

### December.

- 1. December. Abends 5 Uhr in Siena ein Stoss (3), um 7 Uhr  
45 Min. einer (5) und um 8 Uhr 10 Min. und 9 Uhr Stösse (3).
- 2. December. Abends 12 Uhr 12 Min. in Siena ein Stoss (3).
- 2. December. Abends 6 Uhr 50 Min. in Ampezzo (Tirol) ein  
Stoss (3).
- 3. December. Abends 11 Uhr 20 Min. in Siena ein Stoss (3).
- 5. December. Morgens 3 Uhr 49 Min. und 10 Uhr 12 Min.  
in Ornavasso Stösse (3).
- 8. December. Abends 11 Uhr 4 Min. in Piacenza ein Stoss  
(3) von SW.—NO.
- 13. December. Abends 2 Uhr 30 Min. in Ascoli Sutriano  
ein Stoss (7).

14. December. Morgens 4 Uhr in S. Agata Feltria ein Stoss (7).  
 18. December. Abends 5 Uhr 10 Min. und 5 Uhr 26 Min. in Montefortino ein Stoss (3), Termo (3) und 5 Uhr 30 und 6 Uhr 30 Min. in Magliano ein Stoss (5).  
 20. December. Morgens 1 Uhr 20 Min. in Nicolosi ein Stoss (5).  
 21. December. Morgens 5 Uhr 37 Min. in Montecassino ein Stoss (3).  
 23. December. Morgens 3 Uhr 45 Min. in Frascati ein Stoss (3).  
 26. December. Abends 7 Uhr 58 Min. in Acireale ein Stoss (3).  
 30. December. Gegen 1 Uhr Abends in Forli ein Stoss (3).

### Nachträge.

1884.

3. Januar. Abends 8 Uhr 40 Min. leichter Erdstoss zu Portland (Oregon) von 2 Sec. aus SW.—NO.  
 4. Januar. Morgens 11 Uhr 56 Min. leichter Stoss zu Los Angeles (Cal.).  
 14. Januar. Kurz nach 7 Uhr 30 Min. Morgens fiel zu Montevideo (Uruguay) die See 3 Meter und sogleich kam von SW. her eine Welle, die sich 1·5 Meter über den höchsten Stand erhob. Das Ereigniss wurde an der gegenüber liegenden Küste, bei Buenos Ayres nicht bemerkt.  
 18. Januar. Morgens 2 Uhr zu Contoocook (N. H.) und Umgebung ein Stoss.  
 18. Januar. Gegen 8 Uhr Morgens zwei schwache Stösse an der Küste von North-Carolina. Nachrichten darüber liegen aus Wilmington, New River Inlet, Fort Macon und Beaufort vor.  
 25. Januar. Abends 7 Uhr 24 Min. Erdbebenwoge an der Küste bei S. Francisco.  
 27. Januar. Abends 11 Uhr 30 Min. schwacher Stoss in Humboldt County, Cal. Es waren zwei durch 5 Min. getrennte Stösse mit unterirdischem Rollen, besonders in Eureka, Hydesville und Cap Mendocino.  
 29. Januar. Zu Rothesay, 9 Meilen von St. Johns (N. B.), Erdbeben.



**Februar.**

- 2. Februar. Morgens 4 Uhr Stoss in Venufro (4).
- 4. Februar. Vom 1. bis 4. stiess der Aetna Rauch und etwas Asche aus.
- 4. Februar. Abends 3 Uhr in Paterno ein Stoss (5) und in Teramo einer (4).
- 5. Februar. Morgens 5 Uhr in Veio ein Stoss (8).
- 7. Februar. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Aricia ein Stoss von NO.—SO. und in Rocca di Papa einer (3), auch in Albano und Genzzano.
- 11. Februar. Morgens 3 Uhr in Aquila ein Stoss (3).
- 13. Februar. Abends 2 Uhr 28 Min. in Potenza ein Stoss (7) von W.—O., um 4 Uhr 27 Min. einer in Demonte (3).
- 15. Februar. Morgens gegen 6 Uhr schwacher Stoss zu Caledonia (Miss) (?).
- 16. Februar. Morgens 9 Uhr Erdbeben zu Point des Monts (Quebek).
- 17. Februar. Morgens 5 Uhr 30 und 10 Uhr 30 Min. Stösse in Rocca di Papa.
- 20. Februar. Abends 10 Uhr in Lorenzonia ein Stoss (6).
- 25. Februar. Morgens 2 Uhr 14 Min. ein Stoss (3 in Narni).

**März.**

- 2. März. Morgens 10 Uhr 20 Minuten ein Stoss in Orchilla-Habor an dem caraybischen See.
- 2. März. Abends 3 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein schwacher Stoss, der nur in der Nähe der Quelle Gurgitello gespürt wurde.
- 3. März. Abends 3 Uhr 30 Min. in Potenza ein Stoss (7).
- 5. März. Morgens 4 Uhr in Treviso ein Stoss (3).
- 12. März. Morgens 1 Uhr in Campagnano auf Ischia ein Stoss (8).
- 15. März. Morgens 3 Uhr 7 Min. ein sehr schwacher Stoss in S. Francisco, Cal.
- 17. März. Abends 2 Uhr schwacher Stoss zu North Platte (Nebraska).
- 18. März. Abends zwischen 1 Uhr 30 und 45 Min. ein Erdbeben im SW. von Newfoundland, das sich von St. Johns gegen NW. bis Triscity, etwa 65 Meilen weit erstreckte und besonders in Her ts

Content, Habor Grace, Roberts, Brigus Bay und Holyrood in der Richtung von N.—S. beobachtet wurde.

18. März. Morgens 8 Uhr 12 Min. in Palmi ein Stoss (5).

22. März. Morgens gegen 3 Uhr Getöse und Stoss in Alvito und Montecassino.

24. März. Morgens 1 Uhr 50 Min. in Tione ein Stoss (5).

25. März. Morgens 9 Uhr 40 Min. in Demetrio nei Vertini ein Stoss (6) von N.—S. mit Getöse, in Macerata einer (3).

25. März. Abends 4 Uhr starkes Erdbeben in S. Francisco, Cal., und Umgebung und gefolgt von einem zweiten um 5 Uhr 7 Min. Es wurde längs der Küste von Petaluma nach St. Cruz auf etwa 100 Meilen gespürt. Der erste Stoss dauerte 5, der zweite 2 Sec. Am stärksten war es in Oakland und Berkeley an der Ostseite der Bucht.

28. März. Abends 2 Uhr 7 Min. in Serrara-Fontana (Ischia) ein Stoss (7) mit Getöse, in Ciglio, Panza, Forio und dem oberen Casamicciola einer (3.)

31. März. Morgens 5 Uhr schwacher Stoss in Milledgeville, Georgia.

#### April.

1. April. Morgens 8 Uhr 15 Min. in Magliano und Marsi ein Stoss (4).

2. April. Abends 4 Uhr, 5 Uhr, 7 Uhr 45 Min. in Siena Stösse (3).

3. April. Abends 8 Uhr in Siena ein Stoss (3).

4. April. Abends 5 Uhr 27 und 9 Uhr 45 Min in Siena und Castellina ein Stoss (3).

6. April. Morgens 12 Uhr 22 und 50 Min. in Siena und Castellina ein Stoss (3).

8. April. Abends 5 Uhr 45 Min. in Perugia ein Stoss (3).

9. April. Morgens 12 Uhr 20 Min. in Siena und Castellina ein Stoss (3), 1 Uhr 16 Min. in Ascoli-Piceno (7), 1 Uhr 20 Min. in Aquila, 5 Uhr in Siena, 7 Uhr 35 Min. in Arezzo, 45 Min. in Pesaro, Urbino, Mucorata und Camerino.

10. April. Morgens 9 Uhr 52 Min. in Belpassa ein Stoss (3).

11. April. Morgens 9 Uhr 8 Min. ein Stoss (7) von NO.—SW. mit Getöse in Alassio (Riviera).

17. April. Abends 9 Uhr 10 Min. schwacher Stoss in Oakland; Cal., unter Getöse von NW.—SO.

20. April. Morgens 11 Uhr 30 Min. schwacher Stoss in Oakland, Cal., von NW.—SO.

21. April. Morgens 9 Uhr wurde der Schooner „M. A. Nutter“ unter  $21^{\circ} 6'$  nördlicher Breite und  $61^{\circ} 4'$  westlicher Länge von einem Seebeben betroffen. Die Stelle liegt im NO. von Sombbrero im tiefen Wasser.

### Mai.

4. Mai. Abends 8 Uhr 57 Min. in Pulmini ein Stoss (3), 9 Uhr 13 Min. in Tirioli zwei Stösse (4) und in Monteleone ein Stoss (8) von NW.

9. Mai. Morgens 2 Uhr 20 Min. in Spello ein Stoss (3) von O.—W., Abends 7 Uhr in Trevi einer (7) mit Getöse.

10. Mai. Morgens 9 Uhr 50 Min. in Corleone ein Stoss (3), in Paola (4) von NW.

11. Mai. Morgens 11 Uhr 30 Min. in Spoleto ein Stoss (5) von SO., und in Trevi einer (3).

20. Mai. Abends 7 Uhr 17 Min. in Bossico ein Stoss (5).

21. Mai. Morgens 5 Uhr 20 Min. in Perugia ein Stoss (3).

22. Mai. Morgens 10 Uhr 6 Min. in Montecassino ein Stoss (3).

23. bis 25. Mai. Stösse in Montecassino, am 24. Abends 11 Uhr 20 Min. ein Stoss (5).

25. Mai. Morgens 3 Uhr in Montecassino ein Stoss (3).

### Juni.

5. Juni. In Alassio ein Stoss (3).

6. Juni. Morgens 1 Uhr in Red Bluff, Cal., zwei starke Stösse von O.—W.

12. Juni. Morgens 8 Uhr 43 Min. starkes Seebeben durch Capitän C. F. Svan auf Schiff „City of Brooklyn“ über  $40^{\circ} 24'$  nördlicher Breite,  $125^{\circ} 50'$  westlicher Länge, etwa 75 Meilen von Cap Mendocino gespürt (Rockwood).

16. Juni. Morgens 10 Uhr 48 Min. Erdstoss zu Los Angeles, Cal., von N.—S. in 2 Sec.

18. Juni. Abends 3 Uhr 45 Min. in Valdieri ein Stoss (3) und 11 Uhr 55 Min. Abends einer (6) in Piacenza.

**Juli.**

3. Juli. Abends 4 Uhr 50 Min. in Orvieto ein Stoss (4).

12. und 13. Juli in Mineo unterirdisches Getöse, während der Aetna Dampf und Asche ausstieß.

13. Juli. Abends 4 Uhr 50 Min. in Orvieto ein Stoss (4) von O.—W.

15. Juli. Früh Morgens ein sehr schwacher Stoss in S. Francisco (Cal.).

15. Juli. Morgens 8 Uhr 40 Min. Rocca di Papa ein Stoss (3).

20. Juli. Morgens 1 Uhr in Verona ein Stoss (3).

20. Juli. Abends 7 Uhr in Longarone ein Stoss (5) mit Getöse.

Der Aetna stieß seit 2. Juli viel Dampf und Asche aus, in Acireale spürte man leise Erschütterungen.

21. Juli. Morgens 8 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein Stoss (3).

23. Juli. Abends 12 Uhr 30 Min. in Casamicciola, Punza, Fontana u. s. w. ein Stoss (3).

24. Juli. Morgens 7 Uhr 25 Min. in Longarone ein Stoss (4) mit Getöse.

26. Juli. Abends 2 Uhr 15 Min. in Acireale ein Stoss (3) bei lebhafter Aetnathätigkeit.

**August.**

4. August. Gegen 1 Uhr Morgens 3 sehr schwache Stöße zu St. Barbara (Cal.).

7. August. Morgens 1 Uhr in Albano und Rocca di Papa ein Stoss (3), dem 3 Uhr 15 Min. in Albano, Genzzano, Arricia (6) und 3 Uhr 25 Min. einer in Albano (5) folgte.

8. August. Gegen 11 Uhr Abends schwacher Stoss zu Tulkernuk bei Nuntucket, Mass. (Durch Professor E. Morse mitgetheilt.)

9. August. An denselben Orten des Albanergebirges wie am 7. Erdstöße.

10. August. Morgens 8 Uhr in Albano ein Stoss (5).

10. August. Gegen 2 Uhr Abends starkes Erdbeben in New-England und den mittleren Staaten, die grösste Fläche, auf der das Ereignis gespürt wurde, geht von der Küste von Portsmouth, N. H., nach Burlington, Vt., Baltimore, Md., gegen Atlantic City, N. Y., einen Raum von 70.000 Quadratmeilen umschliessend. Das Centrum lag

nahe der Stadt New-York, der stärkst betroffene Punkt war im NO., New-Yersey.

15. August. In Camerino zwei Stösse, in Visso mehrere (9), Norcia (5) und 8 Uhr 30 Min. in Cascia 4 Stösse mit Getöse, in Fermo, Foligno, Perugia einer (4) und um 9 Uhr einer in Triponzo (5).

19. August. Morgens 12 Uhr 15 Min. in Albano ein Stoss (4), um 7 Uhr in Cosenza (3), Rossno (5).

20. August. Morgens 2 Uhr 10 Min. in Montefortino ein Stoss (4).

24. August. Gegen 7 Uhr 45 Min. Abends Erdbeben mit unterirdischem Rollen in Knoxville, Tenn., und Umgebung, das Fenster klirren machte. (Rockwood.)

26. August. Morgens 7 Uhr 25 Min. in Bari ein Stoss (3).

27. August. Abends 9 Uhr 45 Min. in Ampezzo (Tirol) ein Stoss (3).

30. August. Morgens 1 Uhr 15 Min. in Macerata und Camerino ein Stoss (3).

### September.

10. September. Erdbeben zu Lima.

12. September. Morgens 8 Uhr 38 Min. ein Stoss in Ornavazzo und Pantaglio (6) mit Getöse, auch in Brescia, Mailand und Verona beobachtet.

19. September. Gegen 2 Uhr 14 Min. Abends Erdbeben in Ohio und Indiania und Theilen der angrenzenden Staaten. Der erschütterte Raum hatte folgende Städte zur Grenze: Louisville, Ky, Parkersburg und Wheeling, W. Va., London, Ont., Bay City und Grand Rapids, Mich., Lafayette, Ind. und einen Durchmesser von fast 400 Meilen. Das Centrum etwas östlich von Lima, Ohio. An vielen Orten konnte man drei Erschütterungen unterscheiden. (Rockwood.)

21. September. Zwischen 10 und 11 Uhr Abends schwacher Stoss in New-Tacoma, Wash. Terr. (Rockwood.)

26. September. Gegen 10 Uhr 53 Min. schwacher Stoss zu Fort Yuma, Arizona in 2 Secunden aus N.—S.

30. September. Getöse und dann Erdstoss in Ampezzo.

### October.

1. October. Gegen 2 Uhr 32 Min. Abends zwei Stösse in Rivas, Nicaragua, und ein heftiger um 8 Uhr in S. Juan del Sur zwischen dem See von Nicaragua und dem Pacificque.
6. October. Abends 5 Uhr in Navi ein Stoss (3).
10. October. Fröh Morgens schwacher Stoss zu Roxbury und West. Newton, Mass.
19. October. Abends 5 Uhr 11 Min. in Acireale ein Stoss (3).
22. October. Abends 7 Uhr schwacher Stoss in Los Angeles, Cal.
24. October. Morgens 9 Uhr in Castellina di Chianti ein Stoss (3) und Abends 3 Uhr noch einer.
24. October. Morgens 12 Uhr 15 Min. schwacher Stoss in Hungtindon, Quebec.

### November.

1. November. Abends 10 Uhr in Rimini ein Stoss (3).
4. November. Das Schiff „Occidental“ spürte um 8 Uhr Abends, 150 Meilen von Cap Mendocino, Cal., drei Seebeben.
5. November. Ein zerstörendes Erdbeben auf dem Isthmus von Panama, wobei Aquada und Pacoria schwer litten, Kirchen und öffentliche Gebäude zerstört wurden.
6. November. Nachts zum 6. trat zu Cali und anderen Städten der Südstaaten von Columbien ein Erdbeben ein. Die Kirche S. Pedro von Cali wurde beschädigt.
9. November. Gegen 2 Uhr Morgens heftiges Erdbeben zu Fort Bridger, Wyoming, Salt Lake City, Utah und Paris (Idaho). An letzterem Orte sechs Stösse zwischen 2 und 4 Uhr.
12. November. Gegen 9 Uhr 50 Min. Abends schwaches Erdbeben im südlichen New-Hampshire, besonders in Concord, Hopkinton, Bradfort (Merrimac Co.), Hillsborough und Antrim gespürt.
12. November. Der selbstregistrirende Apparat zu Sancelito, Cal., zeigte eine Reihe von Wogen an, die wohl Erdbebenwogen waren. Sie fingen 8 Uhr Morgens an und dauerten bis 4 Uhr, erreichten aber nur 3 Zoll Höhe.
16. November. Morgens 4 Uhr 12 Min. in S. Agata und Foltria ein Stoss (3).

17. November. Morgens 2 Uhr 9 Min. ein Stoss (6) in Pontebba.

19. November. Morgens 11 Uhr in Melcesine ein Stoss (6).

21. November. Abends trat zu beiden Seiten des Lorenzstromes, zwischen St. Flavie (Kamoceraska Co.) und Gaspé, auf einer Entfernung von 250 Meilen, ein schwaches Erdbeben ein.

22. November. Zerstörendes Erdbeben zu Lima und Umgebung von SW.—NO.

22. November. Abends 2 Uhr in Monte Fortino d'Ascoli ein Stoss (3).

23. November. Morgens 12 Uhr 30 Min. heftiges Erdbeben in New-Hampshire, dem östlichen Massachusetts und Connecticut. In Concord, N. H., folgte ein schwacher Stoss nach 16 Min. unter Getöse, ein stärkerer von W.—O. Gespürt wurde es auch in Plymouth (Grafton Co.), N. H., New-Ipswich und Cliftondale (Essex Co.), Cambridge und Holden (Worcester Co.), Mass., Hartford und Mansfield, Conn. An letzterem Ort waren es sieben bis acht rasch sich folgende Stöße.

29. November. Gegen 11 Uhr Abends ein leichter Stoss im westlichen Tennessee, von Momphis, Covington und Dyerburg berichtet. Er ging von W.—O. und dauerte 5—6 Secunden mit Getöse.

### December.

2. December. Morgens 10 Uhr 35 Min. in Verona ein Stoss (4).

4. December. Abends 4 Uhr 3 Min. in Corleone ein Stoss (6) mit Getöse, Abends 6 Uhr 15 Min. einer in Mineo (3) und Riposto (5).

17. December. Gegen 2 Uhr Morgens schwacher Stoss zu Laconia und Centor Harbor (Belknap Co.), N. H.

20. December. Morgens 1 Uhr 30 Min. in Lavello (Basilikata) ein Stoss (5).

22. December. Morgens 2 Uhr 30 Min. auf Terceira (Azoren) heftiger Stoss von O.—W. (Compt. rend., 1885, Nr. 3, S. 193.)

26. December. Abends 1 Uhr 3 Min. in Acireale ein Stoss (3).

27. December. Morgens 8 Uhr 11 Min. in Magungnano ein Stoss (3).

29. December. Morgens 2 Uhr 30 Min. in Acireale ein Stoss (3).

Dem früher schon oft citirten trefflichen Werke des Herrn Ingenieurs Verbeek, welches die ersten zuverlässlichen Nachrichten über Krakatao brachte, entnehmen wir noch Weiteres. Der Ausbruch am 20. Mai 1883 wurde von der Corvette „Elisabeth“ beobachtet; der Schluss trat Ende August ein. Das Eruptionsmaterial liegt nahe dem Kegel 60 Meter dick und wurde bis zu 50 Kilometer emporgeschleudert. Der versunkene Theil vom Pik muss mindestens 7 Kilometer Durchmesser gehabt haben und dazu kommt noch die im Meere eingetretene Senkung. Gleichzeitig mit Krakatao waren thätig der G. Apir auf einer der Sangir-Inseln, der Merapi auf Java und der Merapi auf Sumatra. Die erste grosse Woge folgte auf den Einsturz des Pic (10 Uhr), (die grösste Explosion war 10 Uhr 2 Min.) und gelangte in 12 Stunden bis Aden und erreichte auch S. Francisco, Alaska und die Westküste von Frankreich.

---



### III. Ueber einige trachytische Gesteine von der Insel San Pietro.

Von Franz Eigel.

Mit einer Karte.

Die Insel San Pietro, an der SW. Küste Sardiniens gelegen, besteht aus einem Massiv, welches eine Hochebene darstellt, aus der sich mehrere Berge erheben. Das Hauptgebirge geht von der Nordostspitze, La Punta genannt, gegen das Capo rosso und die



Punta dello Spalmatore zu. Es sind dies aber weniger zusammenhängende Berge, als vielmehr einzelne parallele Hügelzüge und Kegelberge. Die höchste kegelförmige Erhebung, auf der nördlichen Hälfte der Insel gelegen, trägt den Namen La Guardia dei Mori.

Sie erreicht die Höhe von 214 Metern und ist mit einem alten Wachturme versehen, der früher als Beobachtungsturm gegen die Seeräuber diente. Ihr zunächst ist der Berg San Giacomo. Ein zweiter Parallelzug, etwas weniger hoch, zieht sich zwischen diesem Gebirge und der Ostküste gegen das Capo dello Spalmatore zu, ohne sich jedoch bis dahin zu erstrecken. Der südliche Theil der Insel ist mehr eben und hat nur Berge von geringerer Erhebung, so beim Stagno dei Pescetti. Die westlichste Spitze, das Capo rosso, trägt wieder eine Erhebung von 118 Metern, die mit der Guardia dei Mori durch niedrige Hügel im Zusammenhang steht.

Die Insel besteht zum grössten Theil aus röthlichem, feinkörnigem, tuffähnlichem, trachytischem Gestein, welches vielleicht die älteste Bildung ist. Ausser diesem kommen wirkliche Tuffe und Tuffbreccien mit Bimstein und porösen Trachyteinschlüssen vor, namentlich im südlichen Theil der Insel. Sie werden durchbrochen von den vorhererwähnten Hügeln, die zum Theil aus hartem, blaugrauem Rhyolith bestehen, den man am Stagno dei Pescetti sehr gut beobachten kann, zum Theil aber aus röthlichem, porösem Rhyolith. Dicht hinter Carloforte steht ein mehr schlackiger Rhyolith an, während auf den Hügeln, westlich vom Stagno delle Saline, ein blaugrauer, sanidinreicher Quarztrachyt auftritt. Alle diese trachytischen Gesteine sind Durchbrüche durch den früher erwähnten röthlichen Rhyolith. Von Carloforte gegen Nordwesten finden wir wieder Breccien und tuffähnliche Gesteine. Ein trachytischer Gang zieht sich von der Guardia dei Mori gegen die Punta hin. Dort finden wir auch perlitische Gesteine. Die Perlithbreccie bildet an der nördlichsten Küste, an der Punta delle Ocche, den untersten Theil der Insel. Sie findet sich auch am Capo rosso, wo sie eine eigenthümlich perlitisch-trachytische Structur besitzt. Auch dort kommt ein harter, blaugrauer und ein röthlicher, dichter Trachyt vor, der die Trachytbreccie bedeckt, wie dies am Meere bei Il Becco zu sehen ist. Von Becco nach Carloforte findet man wiederum die allseitig verbreiteten grauen und röthlichen Trachyte, stellenweise mit Einschlüssen von Obsidian. Dieser tritt auch an vielen Punkten zu Spalmatore und Carloforte auf, jedoch niemals als Gestein, sondern stets nur als Einschluss. An der Punta Genia trifft man einen eigenthümlichen domitähnlichen, blassgelben Trachyt, der sich bis zur Punta delle Colonne erstreckt. Von dem Stagno dei Pescetti gegen Nordosten findet man wieder

röthlichen Rhyolith. Solcher findet sich auch dieser Insel gegenüber auf Sardinien, von Porto Scuso gegen Gonnessa zu.

Wie es scheint, ist die Guardia dei Mori der Haupteruptionspunkt, von wo aus die Lava stromartig nach verschiedenen Richtungen sich ergossen hat. Jedenfalls gibt es aber auch noch andere Eruptionspunkte, wie z. B. am Capo rosso.

An letzterem Orte befindet sich auch eine Pyrolusitlagerstätte.<sup>1)</sup>

### Quarztrachyt vom Capo rosso.

Es ist dies ein dichtes, noch ganz frisch aussehendes, hartes Gestein von blaugrauer Farbe. Von den wenigen Einsprenglingen findet sich der Quarz noch am häufigsten. Seine dunklen, bisweilen ganz schwarzen, in grösseren Hohlräumen nicht selten blass vio-blauen Krystalle sind mit freiem Auge sehr leicht und deutlich zu beobachten; sie besitzen einen pyramidalen Habitus, wie sich an der bläulichen Varietät in den oben genannten Hohlräumen sicher constatiren lässt. Ihre Längsausdehnung schwankt zwischen 1—4 Millimetern.

Neben dem Quarz lassen sich ziemlich häufig weisse, stark glänzende Sanidinkrystalle von ungefähr 1 Millimeter Länge beobachten; grössere sind im Allgemeinen selten.

Ausser grösseren Hohlräumen, die man ziemlich selten antrifft, gibt es noch zahlreiche kleinere, die durch Verwitterung entstanden sind. Als Zersetzungsproduct tritt eine hellgelbe Substanz auf. Woraus diese hervorgegangen ist, lässt sich nicht mehr angeben. Denn nirgends bemerkt man die Spur eines Minerals, durch dessen Verwitterung sie sich hätte bilden können. Im Gegentheil hat es sogar den Anschein, als ob sie gar nicht durch Verwitterung eines Minerals entstanden wäre; es spricht wenigstens die Gestalt der Hohlräume nicht dafür. Da, wo das Gestein den Atmosphärien ausgesetzt ist, ist der Feldspath allerdings eine theilweise Zersetzung eingegangen; aber stets nur an der freien Oberfläche, niemals im Inneren. Es finden sich rings um die Hohlräume Feldspathkryställchen,

---

<sup>1)</sup> Diese Notizen hat mir Prof. Doelter aus seinem Tagebuch freundlichst mitgetheilt. Ausführlicheres über die Pyrolusitlagerstätte findet sich bei G. v. Rath, „Vorträge und Mittheilungen“. Bonn, 1883, pag. 38. Vergl. auch La Marmora, „Voyage en Sardaigne.“ T. II.

aber bei keinem ist auch nur eine Spur von Zersetzung wahrzunehmen. Hätte der Feldspath die Bildung der Hohlräume eingeleitet, so müsste man doch zahllose Zersetzungsstadien beobachten, die aber gänzlich fehlen. Es scheint vielmehr, dass die Zersetzung kleiner Portionen der Grundmasse die Veranlassung zur Bildung der Hohlräume gegeben hat.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt das Vorhergehende. Der Quarz ist, wie dies sehr oft der Fall ist, auch hier durch Einschlüsse von Grundmasse, die sich von den Seiten sehr oft lappig hineinerstreckt, sowie durch Flüssigkeitseinschlüsse mit Bläschen ausgezeichnet. Durch das Eindringen der Grundmasse werden nicht selten die deutlichen Krystallumrisse verwischt und scheinen dann von Körnern herzuführen. Doch die weitaus grössere Anzahl der Durchschnitte weist auf wohl ausgebildete Krystalle hin. Risse fehlen dem Quarz entweder ganz oder sind sehr unregelmässig; dadurch und durch die hellgelbe Polarisationsfarbe ist er, abgesehen von der Interferenzfigur, in der Regel vom Sanidin leicht zu unterscheiden, der sehr rissig ist und eine graue Polarisationsfarbe zeigt. Die Sanidindurchschnitte erscheinen meistens in Form gestreckter Leisten, die von Krystallen herrühren; Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz finden sich verhältnismässig wenig. Die meisten Krystalle sind einfach. Zonarstruktur scheint ihnen gänzlich zu fehlen. Wie beim Quarz, so war auch beim Sanidin die noch flüssige Grundmasse nicht ohne Einfluss bei seiner Bildung, indem einige Krystalle durch sie linsenförmig zugeschliffen erscheinen; auch eingeschlossen kommt sie vor. Die wasserhellen, feinen Nadeln, die ausserdem als Einschluss im Feldspath sich finden, dürften wohl als Apatit zu deuten sein. Sowohl der Quarz als auch der Feldspath sind primäre Ausscheidungen.

Den grössten Theil der Grundmasse stellt eine intensiv weiss polarisirende Substanz dar, die mit grauen, seltener braunen Globuliten dicht imprägnirt ist. Zahlreiche, ebenso polarisirende Nadeln, die sich oft zu Gruppen vereinigen und Sphärolite bilden, machen den anderen Theil aus. Es sind dies, wie ihr Zusammenhang mit Quarz es wahrscheinlich macht, Chalcedonsphärolite und auch die hellpolarisirende Substanz Chalcedonsubstanz.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Vergl. Fouqué et Michel Lévy: „Minéralogie micrographique, roches éruptives françaises.“ Paris, 1879, pag. 195.

Die zahlreichen Globulite, die zwischen den Strahlen der Sphärolite angehäuft sind, machen eine optische Untersuchung derselben unmöglich. Sanidinleistchen von minimaler Grösse sind nur spärlich in der Grundmasse vorhanden.

Eine nicht ganz vollständige chemische Analyse eines Handstückes aus der Umgebung der Salinen bei Carloforte, ausgeführt von Boetsch im chemischen Laboratorium der Wiener Universität, ergab folgendes Resultat:

$Si\ O_2$	. . . . .	75.40
$Al_2\ O_3$	. . . . .	18.25
$Fe_2\ O_3$	. . . . .	2.47
$Ca\ O$	. . . . .	1.57

Die Alkalien und  $Mg\ O$  wurden nicht bestimmt.

### Rother Rhyolith von Spalmatore.

Er stellt eine dichte, harte, röthliche Masse mit äusserst wenigen Einsprenglingen dar. Diese sind Sanidin in 1—3 Millimeter langen, tafelförmigen Krystallen, bisweilen auch in Körnchen, und schwarzbraune Glimmerleisten. Beide sind so selten, dass sie in manchen Schlifffen gar nicht enthalten sind.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt in Bezug auf die Einsprenglinge nichts Besonderes. Sanidin sowie Glimmer treten in der gewöhnlichen Form entgegen.

Die Grundmasse besteht zum grössten Theile aus einer wasserhellen, ziemlich stark lichtbrechenden Substanz mit welliger Structur. Bei stärkerer Vergrösserung löst sich diese Structur in ein verschwommenes Faserwerk auf; doch selbst bei der stärksten Vergrösserung war es unmöglich, die Fasern zu entwirren. In diesem Fasergewebe trifft man oft Nadeln von intensiv heller Polarisationsfarbe, ähnlich wie im Quarztrachyt vom Capo rosso, die zu Büscheln zusammengelegt erscheinen oder auch Sphärolite bilden.

Eine Untersuchung auf ein Interferenzbild führte aus demselben Grunde wie im genannten Quarztrachyt zu keinem Resultate. Wir haben es wie dort so auch hier wahrscheinlich mit Chalcedon zu thun; auffallend ist nur, dass Quarz als grössere Ausscheidung hier vollständig fehlt, während er dort so häufig ist. Die Sanidinkörnchen, die in der Grundmasse nicht ganz fehlen und an ihrer matten

Polarisationsfarbe leicht kenntlich sind, treten gegen die Chalcedonsubstanz sehr zurück. Die röthliche Farbe des Gesteins rührt von zahlreichen, rothbraunen Globuliten her, die, zu Klümpchen vereint, dickere Fasern formiren, welche, wellenförmig gewunden, nach verschiedenen Richtungen die Gesteinsmasse durchziehen.

Ganz ähnlich verhält sich der graue und gelbliche Rhyolith von Spalmatore, der röthliche von Becco, der vom Stagno delle Saline und andere; nur fehlt allen diesen die wellige Anordnung der Globulite. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass das Verhältniss der Grundmasse zu den grösseren Ausscheidungen variirt und dass bisweilen auch noch schwarzer Glimmer und Plagioklas in sehr geringer Menge als Gemengtheile auftreten.

Einer dieser Rhyolite wurde von H. Fürth analysirt und ergab:

$SiO_2$	. . . . .	76.84
$Al_2O_3$	. . . . .	5.87
$Fe_2O_3$	. . . . .	3.92
$FeO$	. . . . .	0.87
$MnO$	. . . . .	0.73
$CaO$	. . . . .	3.34
$MgO$	. . . . .	0.52
$Na_2O$ und $K_2O$	. . . . .	5.41
$H_2O$	. . . . .	1.69
		<hr/>
		99.19

Auffallend ist der geringe Thonerdegehalt, der unter 10.00 nur selten herabsteigt, meist aber noch viel grösser ist; ebenso der hohe Kalkgehalt; dies dürfte vielleicht von einem Fehler in der Analyse herrühren.

### Perlit.

Der Betrachtung mit freiem Auge erscheint er als ein Conglomerat von emailartigen, graulichen Körnern, die etwa 2 Millimeter im Durchmesser haben und durch eine hellere dünne Schichte von Kittsubstanz mit einander verbunden sind. Die wenigen Ausscheidungen von Quarz und Sanidin, die vorhanden sind, fallen gar nicht auf.

Unter dem Mikroskope erkennt man, dass diese Körner aus einem mehr oder weniger concentrisch geschichteten, farblosen Glase

bestehen. Während makroskopisch die Kittsubstanz im Durchschnitt als helleres Netzwerk recht deutlich hervortritt, sieht man sich im Mikroskope vergebens darnach um. Es scheint da, als ob die Körner ohne Zwischensubstanz neben einander lägen; man bemerkt nur krummflächige Spalten, die einzelne Körner von einander trennen oder die Schalen desselben Kornes markiren.

Ganz unabhängig von diesen Contractionerscheinungen sind die Ausscheidungen. Man kann auch hier, wie gewöhnlich, Ausscheidungen der ersten und zweiten Periode unterscheiden. Die ersteren erreichen einen Durchmesser von 2—3 Millimetern und sind Sanidin und Quarzkrystalle; die letzteren haben eine minimale Grösse und sind Sanidinleistchen, spiessige, in's Grünliche spielende Krystallite, die auf polarisirtes Licht nur sehr schwach reagiren, oder wie Sanidin polarisirende Krystallsplitter. Sphärolitische Ausscheidungen kamen nirgends zur Ansicht.

Der Sanidin als erstes Ausscheidungsproduct zeigt meist Krystalldurchschnitte, die auf eine dick säulenförmige Ausbildung schliessen lassen. Die Krystalle sind fast immer einfach; ausser einigen Carlsbader Zwillingen konnte auch ein Zwilling nach dem Bavenoer Gesetz beobachtet werden. Bisweilen zeigt der Orthoklas eine feine Streifung, hervorgebracht durch Interposition sehr dünner Lamellen. Während alle Lamellen des Orthoklas unter gleichen Winkeln auslöschen, haben die dünnen dazwischen liegenden verschiedene Auslöschung, es liegt hier wahrscheinlich eine Verwachsung des Orthoklas mit einem triklinen Feldspath vor.<sup>1)</sup>

Der Sanidin polarisirt mit grauer Farbe, ist rissig und unterscheidet sich dadurch von dem lebhaft polarisirenden Quarz, der unregelmässige Risse aufweist oder von Rissen völlig frei ist. Die Ausscheidungen zusammen genommen machen nicht einmal den vierten Theil des Gesteines aus. Als Einschlüsse, die allenthalben verbreitet sind, sind globulitisch entglaste Magmapartien und Dampfporen zu erwähnen. Die Letzteren, bald gross, bald globulitisch klein mit allen Zwischenformen, zeigen oft die bizarrsten Gestalten und

<sup>1)</sup> Vergl. Rosenbusch, „Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigeren Minerale“. Stuttgart 1885, pag. 515—516, ferner: Fouqué et Michel Lévy, l. c. pag. 244, und planche VII., Fig. 1 und F. Becke's Arbeit in den „Mineralogischen und petrographischen Mittheilungen“, herausgegeben von Tschermak, IV. Bd., 1882, pag. 195—198.

finden sich in flächenförmig ausgebreiteten Schwärmen auf den perlischen Sprüngen, die überdies, was noch erwähnt werden mag, oft durch lichtgrüne Färbung ausgezeichnet sind, die von Fetzen einer grünen, nicht pleochroitischen Masse herrühren. Da diese selbst nur auf Spalten vorkommt, so kann sie nur ein secundäres Product sein.

### Obsidian.

Den weitaus grössten Theil des Gesteins bildet eine dichte, glänzende, schwarze Grundmasse mit muschligem Bruch. In dieser liegen eingebettet Feldspathkrystalle von 2—3 Millimeter Durchmesser. Während diese im Innern des Gesteins noch ganz frisch sind, verrathen die oberflächlich gelegenen durch ihre braune Färbung bereits eine Zersetzung.

Die mikroskopische Untersuchung stellt fest, dass die Grundmasse wesentlich aus zwei verschiedenen Gläsern besteht. Beide scheinen homogen zu sein, da sie selbst bei stärkster Vergrösserung sich nicht in Globulite auflösen. Das eine Glas ist braun und bildet parallel verlaufende, bisweilen gewundene Stränge und Flecken, die weder mikrolithische noch krystallinische Ausscheidungen besitzen. Das andere Glas ist farblos und mit Trichiten ganz erfüllt.

Als grössere Ausscheidungen treten Sanidin, Augit und Quarzspährulite auf.

Sanidin in vollständigen Krystallen findet man selten, meist erscheint er nur in Krystallfragmenten. Sie sind grösstentheils einfach; Carlsbader Zwillinge sind selten. Verwachsungen von Orthoklas mit einem triklinen Feldspath, ganz ähnlich wie im Perlit, begegnet man nicht selten. Der Sanidin ist ziemlich rissig, zeigt als Einschlüsse Grundmasse, Körnchen von Sanidin, die auch im Glase zerstreut vorkommen, seltener globulitisch entglaste Magmafetzen mit Gasporen; oft aber zeichnet er sich durch wunderbare Reinheit aus.

Der Augit wurde nur in Krystallfragmenten beobachtet. Er wäre wegen seiner hellen Färbung, die fast an Farblosigkeit grenzt, kaum zu erkennen, wenn nicht seine Spaltbarkeit ihn verriethe. Fast regelmässig steht mit dem Augit in Verbindung ein opaker Klumpen, Magneteisen, welches wahrscheinlich das Product einer partiellen Umschmelzung des Augits darstellt.



Die Sphärulite können als grössere und kleinere unterschieden werden. Die grösseren sind von der braunen, trichitisch entlasten Masse durchzogen und deshalb der Untersuchung im convergenten Licht nicht zugänglich; bei den kleinen ist eine solche Untersuchung wegen der Kleinheit nicht gut ausführbar. Da sie aber im übrigen Verhalten den Chalcedonsphäruliten ganz ähnlich sind, so dürften sie wohl für solche zu halten sein, zumal da auch die zuweilen vorkommenden perlitischen Sprünge mit Chalcedonsubstanz angefüllt werden.

Eine chemische Analyse von Boetsch führte zu folgendem Resultate:

$SiO_2$	. . . . .	70.03
$Al_2O_3$	. . . . .	18.63
$CaO$	. . . . .	2.62
$MgO$	. . . . .	0.10
$Na_2O$ und $K_2O$	. . . . .	3.15
$Fe_2O_3$	. . . . .	0.11
$H_2O$	. . . . .	4.28
		<hr/> 99.12

Diese Analyse stimmt im Allgemeinen mit den Analysen der Obsidiane, doch der Wassergehalt ist ein beträchtlicher. Er lässt sich vielleicht auf den Chalcedon zurückführen, dürfte aber auch zum Theil aus der Zersetzung resultiren.

### Domitischer Quarztrachyt.

Auf dem Wege von der Punta Genia bis zur Punta delle Colonne findet sich, wie eingangs bemerkt worden, ein von den übrigen Trachyten durch die eigenthümliche Consistenz seiner Grundmasse abweichender Trachyt. Die Grundmasse ist leicht zerreiblich, hellgelb mit zahlreichen, durch Veränderung kleiner Portionen derselben hervorgebrachten braunen Punkten und Flecken. In dieser Masse liegen tafelförmig ausgebildete, 2—4 Millimeter im grössten Durchmesser messende, hellgelbe Sanidinkristalle und ungefähr ebenso grosse, farblose Quarzkörner. Die Einsprenglinge zusammen bilden etwa den dritten Theil der Gesteinsmasse. Was ihr Verhältnis unter einander anbelangt, so ist der Quarz häufiger als der Sanidin.

Das Gestein stellt sich unter dem Mikroskope als ein vollständig krystallinisches dar.

Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Sphäroliten, die zum Theil sehr schön kugelförmig ausgebildet sind und bei gekreuzten Nicols recht deutlich ein schwarzes Kreuz zeigen, zum Theil mehr die Gestalt von Faserbündeln haben. Eigenthümlich ist allen Fasern, dass sie fast nirgends scharf abgesetzt sind, sondern mit verschwommenen Grenzen in einander übergehen, jedoch so, dass dadurch die Faserstructur nicht bis zur Unkenntlichkeit verwischt wird. Zwischen diesen faserigen Bildungen ist in der Grundmasse weit verbreitet eine so hell wie Chalcedon polarisirende Substanz ohne Faserstructur, nach der Ansicht von Fouqué, sehr wahrscheinlich ein inniges Gemenge von krystallisirtem Quarz, amorpher, colloider Kieselsäure und einem Magma mit feldspath-ähnlicher Zusammensetzung.<sup>1)</sup>

Verunreinigt erscheint die Grundmasse durch eine Unzahl kleiner brauner oder grünlicher Körnchen, die stellenweise sich concentriren und Flecken bilden; sie entsprechen den braunen Flecken oder Punkten, die auf der Bruchfläche des Gesteins so oft zu sehen sind.

Der Quarz erscheint bei gekreuzten Nicols lebhaft polarisirend und von breiten, verschiedenfarbigen Bändern umrandet. Seine Durchschnitte rühren grösstentheils von Körnern her, einige aber weisen auch auf Krystalle und Krystallfragmente hin; oft sieht man viele, kleine Körnchen mit einander zu einem grösseren Korne verwachsen. Als Einschlüsse sind hervorzuheben Grundmasse und Flüssigkeit mit Bläschen.

Während nun, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, der Quarz auch zu kleinen Körnern herabsinkt, wurde der Sanidin stets nur in Krystallen, seltener in Körnern von der Anfangs angegebenen Grösse beobachtet. Er polarisirt wie gewöhnlich blaugrau; an Einschlüssen ist er ziemlich arm.

---

Die Gesteine der Insel San Pietro gehören demnach zu den sehr sauren Gesteinen, was einerseits in der Anwesenheit von ausgeschiedenem Quarz, anderseits offenbar in dem Vorkommen von saurer Grundmasse gelegen ist. Die Plagioklase nehmen an der Zusammensetzung nur einen ganz unbedeutenden Antheil. Die Gesteine sind meist dicht und zeigen ausser Sanidin und Quarz-

---

<sup>1)</sup> Fouqué et Michel Lévy, l. c. pag. 195.

ausscheidungen nur noch spärliche von Augit und Glimmer. Dagegen kommt glasige Basis in bedeutender Masse vor.

Es lassen sich zwischen diesen Gesteinen und einigen Gesteinen der Ponzainseln, namentlich von der Insel Palmarola, Aehnlichkeiten finden; ebenso haben sie mit ungarischen Rhyolithen grosse Verwandtschaft.

Auf der Insel San Pietro und dem ganz analog constituirten gegenüberliegenden Theile der Insel Sardinien fehlen jene Gesteine, welche im nördlichen Theile dieser letzteren Insel vorkommen, nämlich basische leucit-, nephelin- und plagioklasführende ganz; beide vulcanische Massen scheinen daher in keinem Zusammenhang zu stehen, was auch dadurch erklärlich wird, dass die südwestlichen sauren vulcanischen Bildungen Sardiniens durch ein grosses Massiv älterer Schichtgesteine von den übrigen vulcanischen Bildungen getrennt sind.

G r a z, Mineralogisches Institut, im Mai 1886.

---

## IV. Ueber einige Eruptivgesteine der pontinischen Inseln.

Von Franz Eigel.

Die ältesten Notizen über Geologie und Petrographie der pontinischen Inseln stammen aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts, um welche Zeit französische und englische Forscher diese Inseln besuchten. Eine ausführliche Untersuchung über dieselben finden wir erst im Jahre 1827 von Poulett Scrope, der die Resultate seiner Forschung in den „Verhandlungen der geologischen Gesellschaft von London“ veröffentlichte. Wenngleich durch diese Arbeit die Kenntniss der genannten Inseln in geologischer und petrographischer Beziehung wesentlich vermehrt wurde, war sie doch vielfach noch mangelhaft. Von dieser Zeit an begegnen wir lange keiner diesbezüglichen Arbeit mehr, die eine grössere Aufmerksamkeit beanspruchen könnte.

Erst im Jahre 1874 wurden die pontinischen Inseln der Gegenstand einer neuen Untersuchung.

In diesem Jahre machte Professor Doelter eine Reise nach Italien und nahm auf diesen Inseln einen längeren Aufenthalt zum Zwecke einer genauen Durchforschung derselben. Die Resultate seiner Untersuchung sind niederlegt in dem Werke „Il gruppo volcanico delle isole Ponza“, Roma 1875.<sup>1)</sup>

Es werden darin die pontinischen Inseln der Reihe nach in topographischer, petrographischer und geologischer Hinsicht beschrieben und der Text durch geologische Karten erläutert. Der Autor dieses Werkes, der darin die Gesteine dieser Inseln nur in allgemeinen Zügen beschreibt, hatte die Freundlichkeit, mir sein dort gesammeltes Material zur eingehenderen Untersuchung zu überlassen und unterstützte mich mit Rath und That, wofür ich ihm meinen besten Dank sage. Von dem reichen Material sollen aber nur diejenigen Gesteine Behandlung finden, die einiges Interesse darbieten;

---

<sup>1)</sup> Eine deutsche Ausgabe erschien in den „Denkschriften der math. naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften“. 26. Bd. Wien 1875.

andere aber, wie z. B. die Pechsteine, Obsidiane, wurden nicht berücksichtigt, da sie mit den bekannten Typen vollkommen übereinstimmen. Was die Reihenfolge der zu behandelnden Gesteine anbelangt, so werde ich mich im Allgemeinen nach der im citirten Werke vorgefundenen Ordnung halten. Sie sollen daher nach ihrem Fundorte eingetheilt werden, und welche denselben Fundort haben, nach ihrem geologischen Alter aufeinander folgen, wo dieses überhaupt eruiert werden kann.

In Bezug auf die Literatur wäre noch ein kurzer Aufsatz von J. Roth zu erwähnen, der 1882 erschien, „Zur Kenntniss der Ponza-inseln.“ <sup>1)</sup>

## I. Gesteine von Ponza. <sup>2)</sup>

Von allen pontinischen Inseln ist Ponza die grösste. Das Material zu ihrem Aufbau haben ausschliesslich Eruptivgesteine geliefert. Ueber das relative Alter dieser Gesteine lässt sich wegen der ungünstigen Lagerungsverhältnisse nur wenig mit Sicherheit anführen; sicher ist nur, dass die Trachytbreccie die älteste, und der Tuffsandstein vom Capo Bianco die jüngste Bildung ist. Die Reihenfolge ist nach Doelter wahrscheinlich folgende: Trachytbreccie, Rhyolith, Quarztrachyt, La Guardia-Trachyt, rother Tuff, geschichteter Tuff, Incenso-Tuff und endlich Tuffsandstein. <sup>3)</sup>

Von allen diesen Gesteinen erregen die Rhyolithe und Trachyte wegen ihrer säulen- oder kugelförmigen Absonderung und sonstiger Verschiedenheiten das grösste Interesse. Das am meisten verbreitete Gestein ist die Trachytbreccie; ihr ziemlich nahe kommt der Rhyolith, welcher Gänge in der Trachytbreccie bildet. Der Trachyt setzt den Monte la Guardia zusammen.

### Rhyolithe.

Man kann einen grauen, einen rothen, einen gelben und einen ohne einheitliche Farbe unterscheiden, welch letzterer in seinen Structurverhältnissen von den vorhergehenden beträchtlich abweicht.

<sup>1)</sup> Vergl. auch seine Chemische Geologie, II. Bd. (Trachyte). Berlin 1885, pag. 237 u. ff.

<sup>2)</sup> Vergl. Doelter, Deutsche Ausgabe, pag. 4 u. ff.

<sup>3)</sup> Doelter, l. c. pag. 12.

Die drei ersteren stehen durch die Gleichheit der Structur und durch die ähnliche Ausbildung der Grundmasse einander so nahe, dass sie wohl nur für Varietäten zu halten sind; sie sollen deshalb auch gemeinsam behandelt werden.

### Grauer, rother, gelber Rhyolith.

Alle haben eine feinkörnige Grundmasse, in welcher Glimmerblättchen, Sanidin- und Plagioklaskrystalle eingesprenkt sind.

Bei der mikroskopischen Untersuchung tritt der Unterschied zwischen den Producten der ersten Erstarrungsphase und denen der zweiten recht auffällig hervor. Als primäre Ausscheidungen sind zu nennen: Sanidin, Plagioklas und Biotit.

Die Durchschnitte des Sanidins sind polygonale oder an den Enden abgerundete Leisten von etwa 3 Millimeter Länge. Die beiden Hälften der im Allgemeinen seltenen Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetz sind manchmal durch Interposition zweier oder mehrerer Lamellen eines triklinen Feldspathes getrennt; wenigstens kann dies so gedeutet werden. Schalige Structur ist selten; wo sie aber vorkommt, finden sich in der Regel graubraune, kugelige oder ovale, peripherisch angeordnete, aber auch im Krystall zerstreut liegende Glaseinschlüsse mit einem centralen Bläschen. Gaseinschlüsse gehören nicht zu den Seltenheiten.

Weit seltener als den Sanidin, trifft man den Plagioklas. Seine aus vielen Lamellen aufgebauten Krystalle stehen an Grösse den Sanidinkrystallen kaum nach und zeigen wie diese noch keine Spur von Zersetzung. Zwillinge aus zwei Hälften bestehend, wie beim Orthoklas, finden sich nur vereinzelt. Einschlüsse wie beim Sanidin. Für die Auslöschungsschiefe <sup>1)</sup> wurden Werthe von 30°—37° gefunden, was auf Anorthit deutet.

Noch viel seltener als dem Plagioklas begegnet man dunkelbraunen Glimmerleisten.

---

<sup>1)</sup> Die optische Feldspathbestimmung wurde (wenn nicht anders erwähnt) nach der Methode, wie sie Fouqué und Michel Lévy in der *Minéralogie micrographique*, pag. 228 angegeben haben, durchgeführt und zwar werden die „extinctions de deux lamelles hémitropes suivant la loi de l'albite“ an „Microlithes allongés suivant pg“ angegeben.

Diese primären Ausscheidungen treten gegen die Grundmasse bedeutend zurück, indem sie nicht einmal den vierten Theil derselben ausmachen.

Die Grundmasse besteht etwa zum vierten Theil aus einer trüben, körnigen, sehr schwach oder gar nicht polarisirenden, von winzig kleinen opaken Körnchen (vielleicht Magneteisen) ganz imprägnirten Substanz, von deren Färbung die Farbe des Gesteins bedingt ist. Den Ueberrest der Grundmasse bilden Ausscheidungen der zweiten Erstarrungsphase als: Sanidin in Körnchen und schmalen Leisten, wozu sich noch spärliche, meistens nur bei gekreuzten Nicols bemerkbare Stäbchen und Schuppen von mikrolithischer Kleinheit und brauner Farbe gesellen; einige von ihnen dürften wohl dem Biotit angehören.

### **Rhyolith vom Ciglio del Guarniero.**

Die scheinbar aus grauen und dunkeln Körnchen bestehende Grundmasse erweist sich unter dem Mikroskop aus zwei amorphen Substanzen und nur wenig krystallinischen Elementen zusammengesetzt. Die eine von den beiden ist gelbbraun, glasig, enthält dunkelbraune und blassgrüne Mikrolithe, zeigt Fluctuationsstructur und bildet ein grobes Netzwerk. Die dadurch entstehenden Zwischenräume werden von der anderen grauen theilweise ausgefüllt, die allem Anscheine nach das Aequivalent der amorphen Substanz in den grauen, rothen und gelben Rhyolithen ist. Den grössten Theil der Ausfüllungsmasse bildet der Sanidin in Nadeln und Körnchen. Nadeln aber, wie sie in der braunen Masse vorkommen, finden sich nur an der Contactfläche oder an Stellen, wo braune Substanz mit grauer eine Mischung eingeht. Daraus geht hervor, dass diese Nadeln ursprünglich nur der braunen Substanz eigen waren. Umgekehrt gibt es Sanidinnadeln in der braunen Substanz nur selten. Das Ganze macht den Eindruck, als ob die braune Glasbasis erst secundär in das Gestein eingedrungen wäre. Während nämlich diese noch ganz frisch ist, trägt die graue Substanz schon das Merkmal der Verwitterung an sich. Die eigenthümliche Vertheilung der amorphen Substanzen bringt bei mikroskopischer Betrachtung ein grau und dunkel gekörnelttes Aussehen hervor. Magnetit (in Körnchen) ist in der ganzen Grundmasse verbreitet.

Als primäres Erstarrungsproduct tritt fast nur Sanidin auf. Seine Krystalle sind bald einfach, bald verzwillingt; die Durchschnitte, etwa 2 Millimeter lang, polarisiren blaugrau oder hellgelb; Gasporen und braune Körnchen enthalten sie oft, Magnetit selten.

Plagioklas fehlt zwar nicht ganz, scheint aber nur sehr selten vorzukommen.

Hornblende wurde nirgends beobachtet.

Auffallend mag erscheinen, dass in keinem der beschriebenen Rhyolithe Quarz gefunden wurde. Tridymit wurde von Doelter beobachtet.

Ein Rhyolith, dessen Handstücke von Chiaja di Luna stammen, wurde von Doelter chemisch analysirt; darnach ist die Zusammensetzung folgende<sup>1)</sup>:

$SiO_2$	. . . . .	71.12
$Al_2O_3$	. . . . .	14.58
$Fe_2O_3$	. . . . .	1.69
$MnO$	. . . . .	Spuren
$CaO$	. . . . .	1.50
$MgO$	. . . . .	0.15
$K_2O$	. . . . .	6.01
$Na_2O$	. . . . .	3.26
Glühverlust	. . . . .	0.95
		<hr/> 99.26

Er enthält also eine bedeutende Quantität Kieselsäure und zwar Kieselsäure im Ueberschuss, was durch das Auftreten des Tridymits erklärt wird.

### Quarztrachyt.

Er bildet einen kleinen Gang in der Trachytbreccie zwischen dem Capo Bianco und dem Piz della vena bianca. Seine Grundmasse ist lichtgrau und enthält häufig Biotitsexagone, Hornblende in Nadeln und Quarz in Körnern; letzterer ist aber nur sehr selten.

Die makroskopisch dicht erscheinende Grundmasse löst sich unter dem Mikroskope in ein krystallinisches Gemenge auf, in dem man amorphe Partikelchen mit Sicherheit nicht nachweisen kann. Der grösste Theil davon ist Sanidin in Körnern; nur untergeordnet

<sup>1)</sup> Doelter, l. c. pag. 10.



finden sich eine braune, gekörnelte, auch braun polarisirende Masse, braune Schüppchen und kleine pleochroitische Leisten, die wohl theils dem Glimmer, theils der Hornblende zuzurechnen sein dürften, endlich eine Unzahl opacitischer Körnchen.

Alle primären Ausscheidungen zusammen genommen machen nicht die Hälfte der Gesteinsmasse aus.

Die schmal leisten- oder tafelförmigen Durchschnitte des *Sandins* erreichen eine Länge von 3—4 Millimetern und rühren bald von einfachen, bald von Carlsbader-Zwillingskrystallen her; Zonarstructur ist nicht häufig; als Einschlüsse sieht man oft Gasporon und Substanz der Grundmasse; sonst sind sie ziemlich rein.

Der *Plagioklas* hat eine ausgezeichnete Lamellarstructur, zeigt sich aber nur selten. Als Maximum der Auslöschungsschiefe<sup>1)</sup> ergab sich 20°; die Seltenheit seines Auftretens lässt einen Schluss auf seine chemische Constitution wohl nicht rathsam erscheinen.

Die Durchschnitte des braunen *Glimmers* und der ebenfalls braunen (manchmal in's Grüne spielenden) *Hornblende* sind leistenförmig. Einige Leisten sind durch Einlagerung opaker Körperchen so dunkel, dass man sie nicht mit Sicherheit deuten kann.

Der *Quarz* erscheint in sehr lebhaft polarisirenden Körnern; mit Ausnahme einiger Fetzen von Grundmasse sind sie von Einschlüssen ziemlich frei; man trifft sie nur selten. Das Gestein gehört daher nicht zu den eigentlichen Quarztrachyten, indem der Quarz analog wie in einigen Andesiten accessorisch und mehr als Einschluss auftritt, oft sogar ganz fehlt.

### La Guardia-Trachyt.

Aus der grauen, feinkörnigen Gesteinsmasse glänzen die zahlreichen, durchschnittlich 6 Millimeter langen, glasigen Feldspathkrystalle hervor. Einige von ihnen erreichen sogar eine Längendimension von 1 Centimeter. Da, wo, wie am Scoglio del calzone, der Trachyt der Brandung des Meeres ausgesetzt ist, ist der Feldspath herausgewittert und deshalb die durch Vorherrschen des Klinopinakoids tafelförmig ausgebildeten Krystalle sehr schön sichtbar. So viel lässt sich makroskopisch erkennen.

<sup>1)</sup> Siehe oben pag. 75.

Unter dem Mikroskope stellt sich das Gestein als ein vollständig krystallinisches dar, mit primären und secundären Ausscheidungsproducten.

Vor Allem fällt der triklone Feldspath mit seinen 6 bis 7 Millimeter langen, leisten- oder tafelförmigen Durchschnitten auf. Diese haben eine bläulichgraue oder hellgelbe Palarisationsfarbe; die polysynthetische Zwillingsstreifung ist manchmal verwischt, aber stets vorhanden; oft hat sie das Eigenthümliche, dass die Zwillingsnähte nicht den ganzen Krystall durchlaufen, sondern in verschiedener Entfernung vom Rande endigen. Gar nicht so selten begegnet man ausser der polysynthetischen Zwillingsstreifung noch einer anderen, auf ersterer nahezu senkrechten, aber stets sehr unvollkommen ausgebildeten Streifung, die vielleicht mit mehr Recht Druckverhältnissen als dem Mikroklin zugeschrieben werden kann.

Interessant ist das Vorkommen von Feldspathkrystallen, die aus optisch sich verschieden verhaltenden Theilen zusammengesetzt sind. Als Kernkrystall tritt ein Plagioklas mit scharfen Lamellen auf; diesen umgibt rahmenförmig ein anderer Feldspath, der niemals zugleich mit dem Kernkrystall auslöscht und entweder in allen seinen Theilen sich optisch gleich verhält oder eine den Umrissen parallel verlaufende Streifung zeigt. Diese ist aber keine Zwillingsstreifung, sondern Schalenstructur. In diesem Falle zerfällt der Rahmen wieder in viele kleine, optisch verschieden orientirte Rahmen. In der Regel hebt sich der Umhüllungskrystall durch seine sanidinähnliche Palarisationsfarbe und zahlreiche Magnetiteinschlüsse vom Kernkrystall scharf ab. Es liegt hier wohl ohne Zweifel eine Umwachsung des Plagioklas mit Sanidin vor, wie dies z. B. im Trachyt von Battaglia in den Euganäen nachgewiesen ist.<sup>1)</sup> Als Einschlüsse müssen hervorgehoben werden: Apatit in langen, wasserhellen Nadeln, oder dickeren, nicht farblosen, sondern röthlich-braunen, durch zahllose Interpositionen wie gefasert oder bestäubt aussehenden Säulchen; Magneteisen unzersetzt oder mit einem Zersetzungshof; eine braune, granulirte, noch unzersetzte Masse als Ueberbleibsel vom Magma; endlich ein Mineral, das durch sein häufiges Vorkommen grosses Interesse erregt.

---

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1877, pag. 182.

Es ist isotrop, wasserhell, hat unregelmässige oder quadratische und rechteckige Durchschnitte, von denen die grössten eine Länge von 0.08 Millimeter besitzen. Von dieser Grösse gibt es alle Uebergangsstufen nach unten. Bald sind die Kryställchen ganz rein, bald zeigen sie eine centrale Anhäufung von Globuliten. Wo sie als Einschluss vorkommen, lässt sich ihr optisches Verhalten nicht untersuchen, da sie zugleich mit den einschliessenden Mineralien auslöschen oder hell sind; doch geriethen einige lose Kryställchen in den Canada-balsam und konnten da untersucht werden; sie waren zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel und zeigten im convergenten Lichte kein Axenbild. Alle diese Erscheinungen deuten auf ein reguläres Mineral. Man würde keinen Anstand nehmen, es als Kochsalz zu erklären, wäre es in Verbindung mit Flüssigkeitseinschlüssen beobachtet worden; solche wurden aber nirgends gesehen. Der Plagioklas besitzt diesen Einschluss am häufigsten; er kommt aber mehr oder weniger in allen grösseren Ausscheidungen vor.

Als Auslöschungsschiefe des Plagioklas wurde in den meisten Fällen ein Winkel über  $30^\circ$  erhalten; wir haben es daher wieder mit einem Feldspath zu thun, der Anorthit ist oder sich ihm wenigstens nähert, worauf auch das hohe specifische Gewicht deutet. Die Bestimmung desselben wurde mit der Westphal'schen Wage vorgenommen und ergab 2.67.

Ganz ähnlich wie der trikline Feldspath, verhält sich, in Bezug auf die Einschlüsse, der orthotome. Die Krystalle sind bald einfach, bald Carlsbader-Zwillinge; sie stehen an Häufigkeit dem triklinen nach, was bei Trachyten auffallend ist; doch nicht überall ist die Vertheilung von Plagioklas und Sanidin dieselbe.

Die Varietät vom Scoglio del Calzone hat, wie die Untersuchung Doelter's dargethan, Krystalle mit der Combination  $\infty P_{\infty} . 0 P . \infty P . 2 P_{\infty} . 2 P_{\infty}$ .

Die optische Prüfung an Blättchen parallel dem Klinopinakoid nach Max Schuster's Methode ergab vollständige Uebereinstimmung mit Sanidin. Das specifische Gewicht wurde nach der eben erwähnten Methode bestimmt und ergab 2.62 als Resultat.

Eine andere Ausscheidung primärer Ordnung ist der Augit. Makroskopisch fällt er wenig auf; um so interessanter ist er aber unter dem Mikroskop. Er erscheint da blassgelb, hin und wieder mit einem Stich in's Grüne, je nach der Dicke des Schnittes. Diese

sind fast jedesmal durch scharfe, geradlinige Contouren ausgezeichnet, mit Ausnahme derjenigen Fälle, wo die Krystalle zerbrochen oder ausgesprengt vorkommen. In die durch letztere Erscheinung hervorgebrachten Höhlungen drängt sich die Grundmasse hinein und wo dies auf entgegengesetzten Seiten geschieht, sind beide Theile des Krystalls nur durch eine schmale Brücke mit einander verbunden, eine Erscheinung, die van Werveke bei den Olivinen der Basalte von Palma angetroffen hat.<sup>1)</sup> Im Allgemeinen zeigt der Augit dieselben Einschlüsse wie der Feldspath, nur nicht immer in derselben Menge. Neben diesen Augitdurchschnitten bemerkt man hier und da Durchschnitte, die durch Einlagerung von Magneteisenkörnern so dunkel erscheinen, dass nur einige wenige dazwischen liegende Körner polarisiren oder von der ursprünglichen Mineralsubstanz gar nichts mehr zu bemerken ist. Da nun in vielen solchen Fällen die Durchschnitte entschieden monoklin, in anderen wieder Magnetitkörner in ihrer Anordnung ein zweifaches System paralleler Reihen zeigen und so ganz deutlich die prismatische Spaltbarkeit des Augits, wie sie in Schnitten, die nahezu senkrecht auf die Prismenzone geführt sind, zur Ansicht kommt, imitiren, so kann kaum mehr ein Zweifel sein, dass es sich hier ebenfalls um Augit handelt.

Nur selten ist der Olivin zu finden. Er erscheint immer in Körnern, von Augit häufig umlagert, der tangential ihm anliegt. Im Grossen und Ganzen noch frisch, zeigt er nur an den Rissen eine Umwandlung in Eisenoxydhydrat. Doch gibt es auch Sprünge, die keine Spur von Zersetzung aufweisen. Der Olivin in den Trachyten ist eine Seltenheit. Er wurde auch gefunden in der Trachytlava des Arsostromes; Dressel fand ihn im Trachyt aus dem Laachersee, Möhl in einem Sanidin-Plagioklas-Trachyt aus Japan.<sup>2)</sup>

Die Grundmasse besteht aus Plagioklas und Sanidin in Stäbchen, letzterem auch in Nadeln, aus Augit in Fetzen, seltener in Stäbchen, die in der Polarisationsfarbe und sonstigen Eigenschaften mit den grossen Augitkrystallen vollständig übereinstimmen; Magnetit in kleinen Octaëdern oder Körnchen ist häufig; weniger häufig Apatit in lichtfarbigen, circa 0.06 Millimeter dicken, scheinbar aus Fibrillen zusammengesetzten Säulchen.

<sup>1)</sup> Vergl. Roth, Allgemeine und chemische Geologie. II. Bd., 2. Abtheilung, Berlin 1885, pag. 337.

<sup>2)</sup> Rosenbusch, l. c. pag. 190.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VIII. 1886. (F. Eigel.)

Das wäre also die Zusammensetzung eines La Guardia-Trachytes. Wie aber schon bemerkt worden, ist seine Zusammensetzung in mineralogischer Hinsicht sehr schwankend. Es soll daher auch ein La Guardia-Trachyt von einer anderen Fundstätte beschrieben werden.

Ein solcher zeigte im Gegensatze zum vorigen eine fast dichte Structur. Grundmasse und primäre Ausscheidungen lassen sich auch hier unterscheiden. Die Grundmasse besteht zum weitaus grössten Theile aus Sanidinnadeln, die oft zu Büscheln vereinigt sind. In dieses Gewirre von Nadeln sind grünlich-gelbe Fetzen einer nicht pleochroitischen, hin und wieder ziemlich lebhaft polarisirenden Masse eingestreut, wahrscheinlich Augitsubstanz, da die Farbe genau mit dem Augit des vorher beschriebenen Trachytes übereinstimmt.

Augit als porphyrtiger Einsprengling findet sich hier nicht; in dieser Eigenschaft treffen wir nur den Sanidin. Der Plagioklas scheint hier vollständig zu fehlen.

Die chemische Zusammensetzung des La Guardia-Trachytes ist folgende <sup>1)</sup>:

<i>SiO<sub>2</sub></i>	.. . . .	56.09
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	. . . . .	26.09
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	. . . . .	1.53
<i>MnO</i>	. . . . .	Spuren
<i>CaO</i>	. . . . .	3.41
<i>MgO</i>	. . . . .	2.70
<i>K<sub>2</sub>O</i>	. . . . .	6.49
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	. . . . .	3.38
Glühverlust	. . . . .	1.05
		<hr/> 100.74

Der hohe Thonerdegehalt dürfte wohl auf einen thonerde-reichen Augit zurückzuführen sein.

### Mineralaggregat von Bagno Vecchio.

Augit, Olivin und ein glimmerartiges Mineral treten in grösseren Massen zur Bildung des Aggregats zusammen.

Die Blättchen des letzteren sind biegsam und milde, meist unregelmässig, nur selten hexagonal umrandet; ihre Farbe ist licht-

<sup>1)</sup> Doelter, l. c. pag. 8.

bis dunkelgrün; im Dünnschliff werden sie fast farblos; Längsschnitte zeigen eine Streifung als Ausdruck der Spaltbarkeit. Im polarisirten Lichte zeigen sie einen schwachen, aber deutlichen Dichroismus und ziemlich lebhaft Farben. Es wurden viele Blättchen im convergenten, polarisirten Lichte untersucht und zeigten stets ein dunkles Kreuz ohne Farbenringe; die Auflösung des Kreuzes in Hyperbelzweige beim Drehen des Objecttisches war kaum merklich. Von Salzsäure wurden sie nicht erheblich angegriffen. Der Versuch, Schlagfiguren hervorzubringen, ergab kein Resultat. Alle diese Erscheinungen sprechen mehr für Chlorit als für Glimmer.

Der makroskopisch fast schwarze, im Dünnschliffe unter dem Mikroskope grüne Augit hat 5—6 Millimeter lange, zu Haufen zusammengedrückte Krystalle mit wenigen Einschlüssen.

Der Olivin bildet gelblich-grüne Ueberzüge über Chlorit und Augit, hin und wieder aber auch grössere Massen. Im Dünnschliff wird er, einige braune Flecken ausgenommen, sehr hell. Die ganze Olivinmasse besteht aus sehr kleinen, meist noch ganz frischen Körnchen. Die eben genannten braunen Flecken rühren von der Zersetzung einiger Körnchen in Eisenoxydhydrat her.

In der Olivinmasse eingelagert, kommt bisweilen bernsteinbrauner Vesuvian vor; seine Krystalle sind zwar gross, 6 bis 8 Millimeter lang, aber in der Regel schlecht ausgebildet.

Wie aus der mineralogischen Zusammensetzung hervorgeht, ist dies Aggregat kein Gestein im eigentlichen Sinne, sondern ein vulcanischer Auswürfling. Ueber die Art und Weise, wie dieser nebst anderen Auswürflingen nach Bagno Vecchio gekommen ist, gibt es verschiedene Hypothesen. Einige meinen, dass sie durch Menschenhand dorthin gebracht worden sind; andere glauben, sie seien an Ort und Stelle ausgeworfen worden; eine dritte, aber am wenigsten wahrscheinliche Ansicht ist, dass sie von den Wogen des Meeres aus einer fremden Gegend dorthin getragen worden seien.

## II. Gesteine von Ventotene.

Wie die Ponzainsel, so ist auch die Insel Ventotene ganz aus vulcanischen Gesteinsmassen gebildet, die entsprechend den Höhencontouren von Westen nach Osten und nach Norden fallende Schichten bilden. Die unterste, aus dem Meere sich erhebende ist eine mächtige

Schicht basaltischer Lava; darauf folgen dünnere Strata von verschiedenen Tuffen, Bimsteinlapilli, zu oberst wieder ziemlich mächtige Schichten von braunem, rothem und zuletzt gelbem Tuff; der letzte ist wegen seiner zahlreichen Einschlüsse besonders interessant. Näher untersucht wurden die Basaltlava, mehrere Tuffe und Einschlüsse.

### Basaltische Lava.

Sie hat ein schwarzes, sehr poröses, feinkörniges bis dichtes Aussehen. Manche Poren erweitern sich zu beträchtlichen Hohlräumen, in denen man bisweilen Magnetitoctaëder und glashelle Nadeln entdecken kann. Es ist das ein monokliner Zeolith, und zwar wahrscheinlich Skolezit mit dem sie die Spaltbarkeit und die Eigenschaft, bei der Behandlung mit Salzsäure keine Kieselgallerte abzuscheiden, theilen. Feldspath und Augit bemerkt man mit unbewaffnetem Auge nur selten.

Unter dem Mikroskop lässt sich eine fast holokrystallinische Grundmasse von porphyrischen Einsprenglingen, als Producten der ersten Erstarrungsphase des Magmas, unterscheiden. Die Elemente der Grundmasse sind folgende: Kleine Partien globulitisch entglaster Basis als Ausfüllungsmasse, Magnetit in vielen aus Octaëdern bestehenden zackigen Gebilden, seltener in isolirten Octaëdern, braungrauer Augit in zahlreichen Fetzen und Mikrolithen, endlich trikliner Feldspath in vielen kleinen Leisten.

Die porphyrtartigen Einsprenglinge, die als erste Bildungen zu betrachten sind, sind Plagioklas, Augit und Olivin.

Der Plagioklas erscheint in bald leistenförmigen, bald tafelförmigen Durchschnitten, oder zeigt eine ganz unregelmässige Begrenzung. Immer hat er lebhafte Polarisationsfarben und ausgezeichnete Zwillingsstreifung, die oft nicht den ganzen Krystall durchsetzt und so das Aussehen von in einander gesteckten Lamellen bewirkt. Einschlüsse sind selten und bestehen fast durchwegs aus globulitisch entglaster Basis. Nach der Auslöschungsschiefe, deren Maximum  $43^\circ$  beträgt, ist der Plagioklas für Anorthit zu halten, was auch schon in Hinblick auf die chemische Analyse für wahrscheinlich erklärt werden kann. Eine Bestimmung des specifischen Gewichtes war wegen der dichten Structur des Gesteins unmöglich.

Der Augit tritt grösstentheils in Fragmenten auf, aber auch vollkommen ausgebildete Krystalle fehlen nicht ganz. Sie sind meist einfach, aber auch Zwillinge sind nicht ausgeschlossen. Unter dem Mikroskop erscheint er grau und lässt oft ganz unregelmässig verlaufende Risse bemerken, die bisweilen durch Eisenhydroxyd braun gefärbt sind; im Uebrigen hat er ein sehr frisches Aussehen. Als Einschlüsse können spärliche Fetzen einer bräunlichen, globulitisch entlasten Basis und Olivinkörnchen erwähnt werden; diese letzteren Einschlüsse gehören aber zu den Seltenheiten.

Der Olivin erscheint am häufigsten in Körnerform, doch fehlen auch hier wohl ausgebildete Krystalle nicht ganz. Ueberall ist er schon eine Zersetzung eingegangen, die an verschiedenen Punkten der Lava einen verschiedenen Fortgang erkennen lässt. Während er an einigen Stellen noch so frisch ist, dass er selbst an vielen Sprüngen unzersetzt ist, hat er an anderen Orten eine vollständige Umwandlung in Limonit erfahren. In diesem Falle trifft man in der Zersetzungsmasse oft ganz eigenthümliche Gebilde. Es sind dies parallel gelagerte oder nach diversen Richtungen orientirte, wasserhelle Stäbchen, die ähnlich wie die Apatitsäulchen quergegliedert sind; viele dieser Glieder sind mit dem Zersetzungsproduct des Olivins ganz imprägnirt, daher braun gefärbt und liegen mit den wasserhellen Gliedern fast regelmässig in Wechsellagerung; da sie auch gerade auslöschten, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass diese Gebilde wirklich Apatit sind. An Einschlüssen ist der Olivin im Allgemeinen arm; ausser winzigen opaken Körnchen findet sich nur globulitisch entlastete Basis, die zu ovalen oder kugeligen Körperchen mit einem Bläschen concentrirt ist.

Hornblende und Biotit wurden nirgends beobachtet; auch Sanidin konnte nicht constatirt werden.

Die grössten Durchschnitte haben Olivinkörner und der Augit; doch überschreitet ihr grösster Durchmesser nur selten 2 Millimeter. Der Plagioklas ist stets von minderer Grösse, bildet aber dafür zusammenhängende Massen. Die primären Ausscheidungen zusammengenommen bilden etwa den dritten Theil des Gesteins.

Doelter hat es chemisch analysirt und folgendes Resultat erhalten<sup>1)</sup>:

---

<sup>1)</sup> Doelter, l. c. pag. 37.



$SiO_2$	49.42
$Al_2O_3$	30.79
$Fe_2O_3$	3.13
$MnO$	Spuren
$CaO$	8.42
$MgO$	2.10
$K_2O$	1.93
$Na_2O$	4.47
Glühverlust	1.01
	<hr/> 101.27

Die Analyse weist also ungefähr doppelt so viel Kalk als Natron aus. Selbst wenn man annimmt, dass alles Natron im Feldspath steckt, deutet dies, da der Augit nicht gar so häufig vorkommt, doch noch auf einen kalkreichen Feldspath, etwa von der Form  $1Ab + 2An$ ; aber die optischen Erscheinungen weisen auf einen viel reineren Anorthit hin. Eine Isolirung der Krystalle war wegen der dichten Structur nicht möglich. Es ist nach all' dem die Basaltlava ein Feldspathbasalt mit Anorthit.

### Brauner Tuff.

Das Cement besteht zum grössten Theile aus einer im allgemeinen hellen, durch braune Körnchen jedoch getrübten, erdig aussehenden Substanz. Bei der mikroskopischen Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols sieht man noch eine Menge von Mikrolithen hervorsichimmern, die sonst weniger hervortreten. Einige derselben können als Augitmikrolithe beansprucht werden, da sie in Farbe und sonstigen Eigenschaften mit dem Augit, der in grösseren Krystallen und Fragmenten herumliegt, grosse Aehnlichkeit aufweisen; andere dürften dem Biotit angehören; wieder andere sind Sanidinnadeln. Trotz der zahlreichen Mikrolithe gibt es ausgedehnte Stellen der Kittmasse, die ganz isotrop erscheinen; sie sind von Magnetitkörnchen ganz übersät, an deren Stelle an anderen Punkten des Tuffes braune Körnchen in derselben Vertheilung auftreten; sie sind wohl als das Zersetzungsproduct des Magnetits anzusehen. Bisweilen zeichnen sich Stücke der Kittmasse durch festere Consistenz aus, sind deshalb weniger verwittert und ragen oft einschlussartig aus dem Kitt hervor.

Grössere Verschiedenheit als diese amorphe Masse zeigen ihre Einschlüsse. Als solche trifft man sowohl Krystalle und Krystallfragmente, als auch gesteinsähnliche Massen.

#### Krystalleinschlüsse:

1. Sanidinkrystalle von einer Länge von 5—6 Millimetern; die meisten haben eine Abrundung der Ecken erfahren und sind dadurch zu Körnern geworden. Sie zeigen oft sehr schöne Zonarstruktur; Karlsbader Zwillinge sind nicht besonders häufig; die Krystalle sind bald ziemlich rein, bald mit zahlreichen rundlichen oder nach einer oder mehreren Richtungen ausgezogenen Gasporen und Partikelchen eines braunen, globulitisch entlasteten Magmas erfüllt. Augitmikrolithe schliessen sie nur selten ein, farblose, wirt durcheinander liegende Apatitnadeln hingegen sehr oft und in grosser Zahl; einige von ihnen sind so fein, dass man von einer Spaltbarkeit keine Spur bemerkt, diejenigen aber, die sich zu einer grösseren Ausdehnung erheben, zeigen die charakteristische Spaltbarkeit sehr deutlich.

2. Plagioklas in einigen Individuen; er polarisirt wie Sanidin und zeigt schöne Lamellarstruktur; die Ecken sind oft abgestumpft, die Ränder ausgesprengt; die Auslöschungsschiefe ergab stets Werthe unter 25°.

3. Ein grüner Augit fast nur in Fragmenten; seine Verbreitung ist sehr schwankend; in manchen Schlifften wurde er gar nicht beobachtet.

4. Dunkelbrauner Glimmer mit leistenförmigen Durchschnitten. Biegungen, Zerbrechungen und Ausfaserungen seiner Krystalle, wo diese in Hohlräume hineinragen, kann man sehr häufig begegnen. In vielen Durchschnitten sieht man in der Richtung der Faserung verlaufende, dunkle Rechtecke, die meistens scharf begrenzt sind und fast opak sind; sie kommen wahrscheinlich durch Infiltration von Eisenoxyd zu Stande. Obwohl im Allgemeinen noch unzersetzt, hat der Glimmer doch schon die scharfen Umrisse grösstentheils verloren.

5. Nur in wenigen Individuen trifft man ein Mineral in säulenförmigen, in der Längsrichtung wie gefasert aussehenden Krystallen von blassrosenrother Farbe mit Dichroismus und gerader Auslöschung; es sind dies Apatitkrystalle; sie liegen nicht, wie es bei den wasserhellen gewöhnlich der Fall ist, im Feldspath, sondern im Cement.

### Andere Einschlüsse:

1. Ein gesteinsähnlicher Einschluss etwa zu einem Drittel aus globulitisch entglaster Basis bestehend; die anderen zwei Drittel werden von Sanidinnadeln und nur wenigen braunen Schüppchen und Magnetitkörnern gebildet; Sanidineinsprenglinge sind äusserst selten.

2. Aggregate von schmutzig grünem Augit in Stäbchen.

3. Stücke eines pechsteinähnlichen Gesteins, zum grössten Theil aus einer dunklen, glasigen Masse mit Mikrofluidal-structur bestehend. Sanidinnadeln, einige blassgrüne Augitkryställchen und viele opacitische Körnchen machen ungefähr ein Drittel aus.

4. Endlich grössere Massen eines Gesteins, das in petrographischer Hinsicht einem Augit-Andesit entspricht.

Sein Korn ist mittelfein; der glasige Plagioklas hebt sich vom Glimmer recht gut ab. Der Augit fällt wegen des Vorherrschens des Glimmers makroskopisch nicht auf.

Unter dem Mikroskop erscheint der Plagioklas in 2 bis 3 Millimeter langen und bisweilen ebenso breiten, lebhaft polarisirenden Leisten mit zahlreichen Lamellen; er zeigt noch keine Spur von Zersetzung. Gasporen und Glaseinschlüsse finden sich häufig, ebenso Augitmikrolithe und Apatit in wasserhellen Nadeln von der verschiedensten Dicke und Länge. Die Auslöschungsschiefe betrug oft 30—40°. In der Kaliumquecksilberjodidlösung wurde er mit dem Anorthit vom Vesuv in Bezug auf das specifische Gewicht verglichen und als gleich schwer befunden (2.73). Der Plagioklas ist demnach ein Anorthit.

Der Augit hat ungefähr ebenso grosse Durchschnitte mit meist sehr unregelmässigen, eckigen oder abgerundeten Grenzen. Die Farbe ist grün bis grüngelb, Schalenstructur zeigt er oft schön. Als Einschlüsse können erwähnt werden: Glimmerleistchen, Augitkörnchen, Magnetit in grossen und kleinen Körnern oder spiessigen Aggregaten.

Der Glimmer ist von schwarzer Farbe, erscheint aber im Dünnschliff je nach der Stellung der Nicols bald lichtbraun, bald fast ganz dunkel; seine Durchschnitte sind theils tafelförmig, theils in der Richtung der Streifung gestreckt.

Nur sehr spärlich findet sich braune Hornblende mit unregelmässigen oder auch deutlich monoklinen, stark dichroitischen Durchschnitten und charakteristischer Spaltbarkeit, so dass sie mit Glimmer nicht leicht verwechselt werden kann.

### Gelber Tuff.

Eine amorphe, gelbe Masse bildet den Hauptbestandtheil des Kittes und verleiht ihm sein erdiges Aussehen. Erst bei gekreuzten Nicols bemerkt man noch Sanidinnadeln, Glimmerleistchen und braune Schüppchen; Magnetitkörnchen sind zahlreich vertreten. Die krystalinischen Elemente treten gegen die amorphe Masse sehr zurück. Spuren vollständig verwitterter und deshalb nicht mehr erkennbarer Minerale begegnet man nicht selten.

#### Einschlüsse:

1. Ein grobkörniges, dunkel gefärbtes Gestein. Seine Elemente sind:

Schwarzer Augit in 2—3 Millimeter langen Krystallen, an denen man die Combination  $\infty P\infty . \infty P\infty . \infty P$  mit einer Hemipyramide oft deutlich beobachten kann; glasglänzende Feldspathkrystalle, von denen 3 Millimeter lange die längsten sind und endlich schwarzer Glimmer. Bei blosser Untersuchung mit unbewaffnetem Auge wäre man sehr geneigt, den Glimmer für denjenigen Gemengtheil zu halten, der am reichlichsten vertreten wäre. Die mikroskopische Untersuchung jedoch stellt fest, dass der Glimmer von einem Augit, der makroskopisch gar nicht in die Augen fällt, an Häufigkeit übertroffen wird.

Die Durchschnitte des Augits sind blassgrün bis gelblichgrün, je nach der Stellung zu den Schwingungsebenen der Nicols; denn fast an allen Durchschnitten, besonders an denjenigen, welche nahezu senkrecht auf die Prismenzone geführt sind, bemerkt man einen nicht unerheblichen Pleochroismus. Sowohl vollkommen ausgebildete Krystalle als auch Hemmungsbildungen, hervorgebracht durch Verwachsung mehrerer Individuen, sind nicht selten. Zonaler Aufbau liess sich an mehreren Individuen beobachten. Der Augit hat in der Regel noch ein frisches Aussehen, nur auf den Sprüngen zeigt er bisweilen eine braune Bänderung. Als Einschlüsse können erwähnt werden: Kugelige oder längliche oder auch anders gestaltete, dunkelbraune, durch Concentration von globulitisch entglaster Basis entstandene Körperchen; stellenweise finden sich auch grössere Kugeln aus derselben Substanz.

Der Feldspath ist ein Plagioklas. Seine Durchschnitte sind leistenförmig aus vielen Lamellen zusammengesetzt; Einschlüsse wie

im Augit, nur in sehr verschiedener Menge; auch die Risse sind wie dort von Limonit braun gefärbt. Letzteres aber, sowohl hier wie dort, gilt nur von denjenigen Individuen, die sich in der Nähe der Contactfläche des Einschlusses mit dem Bindemittel befinden. Der Limonit ist nämlich hier ein Zersetzungsproduct des Magnetits, der wohl im Bindemittel eine grosse Rolle spielt, aber in diesem Einschluss völlig zu fehlen scheint. Nach der Auslöschungsschiefe (Maximum 35°) und dem specifischen Gewicht (2.762) muss der Plagioklas ein anorthitähnlicher sein.

Der dunkelbraune Glimmer erscheint in den gewöhnlichen Durchschnitten. Seine Spalten sind unter gleichen Umständen wie bei den vorigen Mineralen von Limonit dunkelbraun gefärbt.

Ein nur äusserst selten vorkommendes Mineral ist der Olivin. Er wurde nur einmal und da an der Contactfläche des Einschlusses mit dem Cement angetroffen. Die Ränder und Risse sind schon in Limonit umgewandelt.

Glasbasis scheint gänzlich zu fehlen.

In petrographischer Hinsicht entspricht dieser Einschluss einem Augitandesit.

2. Rollstücke eines Mineralaggregates mit dunklem Grunde und helleren Flecken. Unter dem Mikroskop erkennt man sofort die Ursache der braunen Flecken. Sie sind als Centra zu betrachten, von welchen die Imprägnirung des Einschlusses mit braunem Farbstoff ausgegangen ist. Ihre Entstehung verdanken sie der Zersetzung des Olivins, der in zahlreichen, grossen Körnern, aber auch in Krystallen mit charakteristischen Durchschnitten auftritt. In vielen Fällen ist er so vollständig zersetzt, dass von der Olivin-substanz gar nichts mehr zu sehen ist. Die Umrisse sind stehen geblieben und schliessen jetzt nur mehr die braune Zersetzungsmasse ein. In anderen Fällen ist noch ein wenig Olivin-substanz erhalten geblieben. Olivine aber, die in der Masse noch unzersetzt sind, dass die Zersetzungsproducte nur auf den Sprüngen ein Maschenwerk bilden, finden sich äusserst selten. Nirgends wurde Serpentinisirung angetroffen.

Während die Olivindurchschnitte 3 Millimeter im Durchmesser selten übersteigen, erreichen die des Augits in der Regel eine Länge von 4—5 Millimetern. Die Krystalle sind dick säulenförmig durch ziemlich gleiche Ausbildung des Ortho- und Klinopinakoids.

Im Dünnschliff wird der makroskopisch schwarze Augit grau, wo er sehr dünn ist, fast farblos; er zeigt auch schwachen Pleochroismus von blassgrau bis blassviolett. Ausgenommen die Sprünge, auf welchen er durch Eisenhydroxyd gefärbt ist, ist er ziemlich rein. Einschlüsse von globulitisch entglasten Magmafetzen sind selten. Die grössere Anzahl der Krystalle sind polysynthetische Zwillinge von der Eigenschaft, dass 5—6 oder noch mehr sehr schmale Lamellen zwischen zwei breiteren, äusseren zu liegen kommen; bei gekreuzten Nicols heben sie sich durch lebhafte Polarisationsfarben scharf von einander ab, während sonst eine Streifung kaum merkbar ist. Mit dieser Zwillingsstreifung sind aber nicht zu verwechseln die lebhaften, gewundenen Bänder, die nach verschiedenen Richtungen über die Augitdurchschnitte hinziehen; sie sind aus verschieden gefärbten Streifen zusammengesetzt und folgen den Sprüngen; man wird sie deshalb wohl auf durch diese Spalten hervorgebrachte Interferenzerscheinungen zurückführen müssen. Die Auslöschungsschiefe auf der Symmetrieebene ist ungefähr  $45^\circ$ , was auf einen eisenreichen Augit schliessen lässt.<sup>1)</sup>

Die Räume zwischen dem Augit und dem Olivin füllt ein Plagioklas aus. Er ist mit Eisenoxydhydrat oft so überzogen, dass die 1—2 Millimeter langen Leisten mit ihrer Zwillingsstreifung nur sehr undeutlich hervortreten; Verwitterung zeigt er noch nicht. Bei der Bestimmung der Auslöschungsschiefe ergaben sich verschiedene Werthe, aber niemals über  $30^\circ$ .

Als Zwischenklemmungsmasse trifft man bisweilen kleine Partien globulitisch entglaster Basis.

Mit Rücksicht auf die mineralogische Zusammensetzung könnte man diesen Einschluss einen basaltischen nennen; allein der ganze äussere Habitus ist entschieden dagegen. Er ist eben nur ein Ausscheidungsproduct des Magmas, wahrscheinlich schon im Vulcane gebildet.

3. Dichter andesitischer Einschluss. Man kann an ihm eine Grundmasse und porphyrtartige Einsprenglinge unterscheiden.

Die Grundmasse enthält Feldspath in Nadeln und Stäbchen, von denen die meisten lamellirt erscheinen, also trikliner Natur

---

<sup>1)</sup> C. Doelter, „Ueber die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen“ im „Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie“, 1885, I. Bd.

sind; indess dürften andere wohl dem Sanidin angehören; ferner zahlreiche Fetzen und Kryställchen von grünem Augit, lichtgraue, rauh erscheinende Mikrolithe, lebhaft wie Kaliglimmer polarisirende Schüppchen, Magnetit in Octaedern und Körnchen, die ziemlich gleichmässig vertheilt sind, dann Apatit in zwei Formen: die eine zeigt lange, 0.03 Millimeter dicke, bräunliche, wie bestäubt aussehende Säulchen; diese finden sich gerne in der Nähe grösserer Augitkrystalle, die bisweilen auch von ihnen durchwachsen sind; die andere Form stellt die bekannten, wasserhellen Nadeln dar, und hat alle Uebergänge bis zur trichitischen Form. Dazu kommen noch kleine Partien einer bräunlichen, amorphen und einer grauen, schwach polarisirenden Masse; die erstere scheint in Zersetzung begriffene Glasbasis zu sein, die letztere aber ist ein Zersetzungsproduct eines Feldspaths. Der Feldspath ist bei weitem vorherrschend, so dass die Grundmasse im Dünnschliff ein helles durch Magnetit schwarz getüpfeltes Bild gibt.

Ausscheidungen der ersten Erstarrungsphase sind:

Plagioklas in noch ziemlich frischem Zustande. Die Durchschnitte sind leistenförmig. Lamellarstructur zeigt sich sehr schön. Magnetit und Glasbasis erfüllt ihn bisweilen so, dass einige Stellen ganz undurchsichtig werden, auch Augitkörner finden sich als Einschluss. Das Maximum der Auslöschungsschiefe ist circa 30°.

Sanidin; er hat gewöhnlich hexagonale, gestreckte Durchschnitte. Die Polarisationsfarbe ist blaugrau; Karlsbader Zwillinge sind nicht häufig; Einschlüsse fehlen fast ganz. Er ist nicht mehr so frisch wie der Plagioklas, indem die meisten Krystalle eine Zersetzung schon deutlich erkennen lassen. Sie beginnt an den Rändern und Rissen; ihr Product ist eine graue, schwach polarisirende Masse, wie man sie auch in der Grundmasse antrifft; an den Kreuzungspunkten der Risse sieht man oft schon eine bedeutende Menge dieser Substanz angehäuft.

Glimmer; es ist dunkelbrauner Magnesiaglimmer mit lang leistenförmigen oder tafelförmigen Durchschnitten. Magnetitkörner sind häufig eingelagert, manchmal in solcher Menge, dass der Glimmer fast ganz opacitisch wird. Zerbrochene Krystalle findet man nicht selten.

Augit in prismatisch-pinakoidal-säulenförmiger Ausbildung. Seine Farbe ist gelblichgrün; zonalen Aufbau beobachtet man oft.

Die gewöhnlichen Einschlüsse sind: Magnetit in kleinen Körnern oder grösseren Klumpen, Grundmasse und Partien eines globulitisch entlasten Magmas. Zerbrochenen Krystallen begegnet man auch hier.

Die Einsprenglinge machen nur einen sehr kleinen Theil des Einschlusses aus.

Der Einschluss entspricht in petrographischer Hinsicht einem dichten Augit-Andesit.

4. Quarz-trachytischer Einschluss. Es ist ein lichtfarbiges Gestein mit sehr rauher Oberfläche, zahlreichen Hohlräumen, die mit Tridymitkryställchen oft dicht besetzt sind. Die Grundmasse ist eine graue, leicht zerreibliche Substanz; hat also domitische Ausbildung.<sup>1)</sup> In ihr liegen viele, bleichamethystfarbene Quarzkörner mit einem Durchmesser von mehreren Millimetern, hexagonale oder unregelmässig umrandete Blättchen von dunkelbraunem Glimmer, deren grösster Durchmesser beiläufig  $1\frac{1}{2}$  Millimeter beträgt, endlich 5—6 Millimeter lange, glasige Feldspathkrystalle.

Trotz des häufigen Vorkommens des Quarzes findet man ihn im Dünnschliff nur selten, da er wegen der lockern Consistenz der Grundmasse beim Schleifen leicht herausfällt. Seine Durchschnitte sind unregelmässig lappig, bewirkt durch das Hineindrängen der Grundmasse. Seine Polarisationsfarbe ist sehr lebhaft, bisweilen aber auch grau, wodurch er dem Sanidin in Körnerform sehr ähnlich wird. Als Einschluss wäre Grundmasse zu nennen; sonst ist er ziemlich rein.

Der Plagioklas hat gewöhnlich breite Leisten als Durchschnitte und eine verschiedene Lamellarstructur; bald sind nämlich die Lamellen schmal, bald wechselt eine schmale Lamelle ganz regelmässig mit einer breiten. Die Polarisationsfarbe ist blaugrau, bisweilen lebhaft wie beim Quarz. An Einschlüssen ist der Plagioklas arm. Sein specifisches Gewicht ist 2.532 und das Maximum der Auslöschungsschiefe unter  $20^{\circ}$ .

Glimmerdurchschnitte sind selten; sie sind durch Verunreinigung fast opacitisch. An den Enden sind die Leisten immer zerrissen oder ausgesprengt.

Die soeben erwähnten porphyrischen Einsprenglinge bilden nur einen kleinen Theil von der Masse des Einschlusses.

---

<sup>1)</sup> Vgl. F. Zirkel, Lehrbuch d. Petrographie. II. Bd. Bonn 1866, pag. 173—174.



Weit mehr betheiligen sich **Calcedonsphärolithe** an der Zusammensetzung des Einschlusses, etwa die Hälfte der Masse bildend. Vollständig kugelförmig sind sie selten ausgebildet, meist stellen sie nur Kugelsectoren dar, fast genau so, wie sie **Fouqué** abgebildet hat.<sup>1)</sup> Sie treten erst bei gekreuzten Nicols hervor; sonst sind sie durch opacitische Körnchen, welche zwischen den Fasern ausgeschieden liegen, erkennbar.

Die eigentliche Grundmasse, welche die Räume zwischen den Sphärolithen und den Einsprenglingen ausfüllt, besteht zum grössten Theile aus einer grauen, gekörneltten, amorphen Substanz und nur etwa zum vierten Theile aus krystallinischen Elementen. Diese sind grösstentheils Feldspathleisten, worunter viele gerade auslöschten und keine Spur von Zwillingsstreifung zeigen; sie dürften wohl dem Sanidin angehören.

#### 5. Syenitischer Einschluss.

Dieses Gestein ist mittelfeinkörnig, durch Vorherrschen des Feldspaths grau und durch Hornblende und Glimmer schwarz gefleckt oder punktirt. Es hat dem Aussehen nach ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit einem Syenit.

Unter dem Mikroskope erkennt man sofort seine holokrystallinische Ausbildung mit richtungsloser Structur und kann man ausser den oben erwähnten Mineralen auch noch Titanit, Apatit und Magnetit constatiren.

Der Feldspath macht mehr als  $\frac{3}{4}$  der Gesamtmasse aus und ist Sanidin. Niemals zeigt er Krystalle, sondern stets nur Körner von der verschiedensten Grösse, die in mannigfacher Weise verwachsen und durchwachsen sind. Ziemlich rein sind sie äusserst selten, meistens von ganzen Schwärmen von Gasporen und dunklen Globuliten durchzogen; auch feine Apatitnadeln bemerkt man oft.

Wie fast überall, wo Sanidin ist, sich auch ein Plagioklas hinzugesellt, so finden sich auch hier einige fein lamellirte Plagioklas-krystalle. Das specifische Gewicht wurde in der Kalium-Quecksilberjodidlösung auf 2.715 bestimmt; dies spräche für Anorthit.

Der gelbe Tuff ist deshalb von grossem Interesse, weil er die verschiedenartigsten Gesteine enthält: Augitandesit, Quarztrachyt, Syenit u. a., lauter Gesteine, die in dieser Form und Ausbildung auf den Ponzainseln gänzlich fehlen.

<sup>1)</sup> Fouqué und Michel Lévy, l. c. pl. XV, Fig. 1 u. XVI, Fig. 1.

Ausserdem erwähnt noch Doelter sedimentäre Gesteine als: Gneiss, Gabbro u. a.

Doelter verglich den Tuff mit dem Peperin, mit dem er äusserlich Aehnlichkeit hat; indessen existirt, wie sich aus dieser Untersuchung herausstellt, keinerlei Zusammenhang.

Zum Schlusse soll noch die chemische Analyse des kalkig-sandigen Tuffes von Ventotene gegeben werden, den Doelter in seiner Arbeit, pag. 38, erwähnt. Sie ist ausgeführt worden im chemischen Laboratorium der Wiener Universität von A. Cobenzl und hat folgendes Resultat geliefert:

$SiO_2$ . . . . .	30.81
$CO_2$ . . . . .	18.37
$CaO$ . . . . .	23.89
$Al_2O_3$ . . . . .	9.06
$Fe_2O_3$ . . . . .	3.49
$FeO$ . . . . .	3.43
$MnO$ . . . . .	0.13
$MgO$ . . . . .	1.23
$Na_2O$ und $K_2O$ . . . . .	5.54
$H_2O$ . . . . .	3.24
	<hr/>
	99.19

Man sieht daraus, dass der Tuff vorwiegend kalkiger Natur ist, indem sich ein Kalkspathgehalt von 41.75 Procent ergibt. Zieht man denselben ab, so ergibt sich als chemische Constitution des Gesteins folgende:

$SiO_2$ . . . . .	53.64
$Al_2O_3$ . . . . .	15.77
$Fe_2O_3$ . . . . .	6.07
$FeO$ . . . . .	5.97
$MnO$ . . . . .	0.23
$CaO$ . . . . .	0.89
$MgO$ . . . . .	2.14
$K_2O$ und $Na_2O$ . . . . .	9.64
$H_2O$ . . . . .	5.64
	<hr/>
	99.99

Wie daraus ersichtlich ist, stimmt dies Gestein nicht mit dem Basalte, da es bedeutend saurer ist und auch wenig alkalische Erden enthält. Der hohe Wassergehalt deutet auf Zersetzung.

### III. Gesteine von Santo Stefano.

Die geologische Beschaffenheit der Insel Santo Stefano ist so sehr der von Ventotene ähnlich, dass Professor Doelter die Ansicht aussprach, beide seien Ueberreste eines und desselben Kraters <sup>1)</sup> Wie auf Ventotene, so findet man auch hier zu unterst Lavaströme, die von Tuffen überlagert sind. Die Lava ist aber keine basaltische, sondern eine trachytische, eine Thatsache, die auf eine zeitlich verschiedene Entstehung beider Inseln hinweist. Nur in einer tiefen Schlucht an der SW.-Küste, welche Dolomieu als Krater erklärt hatte, sind die Verhältnisse etwas anders. Es liegt zu unterst eine Basaltschicht und darüber, wechselnd mit Tuffen, Lavabänke. <sup>2)</sup>

#### Trachytische Lava. <sup>3)</sup>

In der dichten, grauen, an manchen Stellen in's bläuliche stechenden Grundmasse liegen 1—2 Millimeter lange Sanidinkrystalle als primäre Ausscheidungen eingebettet.

Die Untersuchung unter dem Mikroskop bestätigt dies und lässt auch das Vorkommen eines Plagioklas ausser Zweifel erscheinen.

Der Sanidin als primäre Ausscheidung zeigt rechteckige oder hexagonale Umrandungen seiner Durchschnitte, die oft stark rissig, entweder fast ganz rein oder durch globulitisch entglaste Basis verunreinigt sind. Während der lamellirte Plagioklas überhaupt sehr selten und nur als primäre Ausscheidung beobachtet werden konnte, trifft man den Sanidin auch als secundäre in der Grundmasse. Diese besteht nämlich aus Sanidin in Stäbchen und Körnchen, aus brauner Hornblende und braunem Glimmer in kleinen Kryställchen, zahlreichen, braunen Schüppchen, Angitmikrolithen, Magnetit in Körnchen und einer grauen, granulösen, stellenweise braun gefärbten, amorphen Substanz, die etwa ein Drittel der Grundmasse ausmacht. Hohlräume sind in der Grundmasse ziemlich häufig. Der hier und da auftretende bläuliche Farbenton rührt von einem blauen, in Stäbchen, Fetzen und Nadeln bisweilen massenhaft vorkommenden Mineral her. Es ist pleochroitisch mit einem Farbenwechsel von grünlichblau nach blassblau oder blassbraun.

<sup>1)</sup> Doelter C., l. c. pag. 41.

<sup>2)</sup> Ibidem.

<sup>3)</sup> Sie bildet die Hauptmasse des Trachyts.

Apatit oder Turmalin kann es nicht sein, da die Nadeln schief auf die Längsrichtung auslöschten. Das äussere Aussehen hat grosse Aehnlichkeit mit dem des Glaukophans, wie er in krystallinischen Schiefen vorkommt. Die Auslöschungsschiefe der Nadeln beträgt ungefähr  $15^\circ$ , spricht also für ein hornblendenartiges Mineral; dass sie nicht die des Glaukophans ist, die auf der Verticalaxe  $6\frac{1}{2}^\circ$ — $7^\circ$  beträgt, mag darin seinen Grund haben, dass nicht reiner Glaukophan, sondern eine isomorphe Mischung von Natronsilicat mit viel Kalk- und Magnesiasilicat vorliegt.

Ein Schmelzversuch ergab leichte Schmelzbarkeit. Mit der Annahme des glaukophanähnlichen Mineralen stimmt auch der hohe Natrongehalt, den Doelter bei der chemischen Analyse fand. Sie ergab folgendes Resultat<sup>1)</sup>:

$SiO_2$	54.13
$Al_2O_3$	25.39
$Fe_2O_3$	1.97
$MnO$	Spur
$CaO$	6.99
$MgO$	3.01
$K_2O$	3.67
$Na_2O$	5.23
Glühverlust	1.03
	<hr/> 101.42

Der hohe Natrongehalt erklärt sich sehr einfach durch die Annahme einer natronhaltigen Hornblende.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Doelter C., l. c. pag. 40.

<sup>2)</sup> Vgl. J. Roth, „Zur Kenntniss der Ponzaineln.“ Sitzungsbericht der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; Gesamtsitzung vom 15. Juni 1882, pag. 632.

Roth wendet sich hierin gegen den hohen Natrongehalt, welcher bei der Häufigkeit des Orthoklas nicht erklärbar sei, wobei ihm allerdings der erst in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Doelter, Mann und Merian bekannt gewordene hohe Natrongehalt vieler Augite unbekannt war. Man kann wohl heutzutage sagen, dass eine Kritik der Analyse durch die Thatsache sehr beeinträchtigt wird, dass die mineralogischen Bestandtheile der Gesteine keine constante Zusammensetzung haben, sondern von der Natur des Magmas abhängig sind. Eine genaue Kritik der Bauschanalyse ist daher nur dann zulässig, wenn auch Partialanalysen der Gesteinsbestandtheile vorliegen.

Doelter C., Die Vulcane der Capverden. Graz 1882. — Mann Paul, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1884, II. Bd., pag. 174. — Merian, Ebenda. Beilage-Band 1885, pag. 3.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VIII. 1886. (F. Eigel. C. v. Vogdt.)

### Trachyt vom Krater.

Wie der oben erwähnte, muthmassliche Krater schon in geologischer Hinsicht eine Ausnahme macht, so thut er dies auch in der Ausbildung seines Trachytes. Die Abweichung bezieht sich vorzüglich auf die Entwicklung der Grundmasse. Diese besteht wenigstens zu drei Viertel aus einem Gewirre von Sanidinnadeln. Sanidin in Körnchen trifft man nur selten; statt der zahlreichen braunen Schüppchen, wie sie im vorigen Trachyt vorkommen, treten hier nur spärlich braune, etwas gestreifte Leisten auf, die im Aussehen grosse Aehnlichkeit mit Glimmer haben, aber auf polarisirtes Licht fast gar keine Wirkung ausüben. Glasbasis kommt in verschiedener Menge vor; theils ist sie hellbraun und homogen, theils globulitisch entglast und dann durch die Körnchen dunkler erscheinend. Magnetitkörnchen sind überall in reicher Vertheilung vorhanden. Die Hohlräume, die ziemlich häufig vorkommen, sind in der Regel von einer braun gekörnelten, amorphen Substanz ausgekleidet; ob diese ein Zersetzungsproduct herausgewitterter Mineralien, oder globulitisch entglaste Basis ist, mit der sie grosse Aehnlichkeit hat, ist schwer zu entscheiden.

Porphyrisch eingesprengt scheint nur der Sanidin in grösseren Mengen vorzukommen. Augitfetzen begegnet man nur äusserst selten.

Die Durchschnitte des Sanidins stellen gestreckte Hexagone oder Rechtecke dar. Sie polarisiren grau oder hellgelb. Zwillinge wurden nirgends bemerkt. Er hat ein sehr frisches Aussehen und ist ausser winzigen, opaken Körperchen von Einschlüssen ziemlich frei.

Das blaue Mineral sowie Hornblende und Glimmer in deutlichen Leisten fehlen vollständig.

Auf Santo Stefano kommt häufig ein Tuff vor, von dem ein Einschluss besonders untersucht worden ist.

#### Einschluss im schwarzen Tuff.

Er besteht, makroskopisch betrachtet, aus einer dunkeln, sehr porösen Grundmasse und zahlreichen Einsprenglingen, die da sind: Plagioklas, Augit, Glimmer.

Durch die mikroskopische Untersuchung erfährt man, dass auch der Olivin an der Zusammensetzung Antheil nimmt.

Der Plagioklas erscheint in etwa 2 Millimeter langen Leisten. Die Zwillingsstreifung tritt bald scharf hervor, bald ist sie verschwommen; zonarer Aufbau wurde an einigen Individuen beobachtet. Die gewöhnlichen Einschlüsse des Feldspaths sind:

Apatitnadeln, braune, glasige Basis, die bald homogen, bald globulitisch entglast erscheint, bisweilen auch zu dunkelbraunen Kugeln concentrirt ist, und Grundmasse, die oft centrale Anhäufung zeigt.

Als Maximum der Auslöschungsschiefe ergab sich ein Winkel von  $45^\circ$ . Das specifische Gewicht ist 2.751; es wurde mit der Kaliumquecksilberjodidlösung bestimmt. Der Feldspath ist demnach wieder ein Anorthit.

Die nächst häufigste primäre Ausscheidung ist der Augit. Vollkommen ausgebildete Krystalle gibt es nur wenige; die meisten sind zerbrochen oder miteinander verwachsen, so dass regelmässige Contouren nur selten auftreten. Die grössten Durchschnitte haben einen Durchmesser von circa 3 Millimetern. Die vollständigen Krystalle sind intensiv grün; im Dünnschliff werden sie hell grün, welche Farbe beim Drehen des Präparates auf dem Objecttisch innerhalb enger Grenzen wechselt. Trotzdem aber ist der Augit kein rhombischer, sondern ein monokliner, da er an Durchschnitten, senkrecht auf die Prismenzone, seitlichen Austritt einer Elasticitätsaxe zeigt. Zonarstructur ist recht häufig. Ausser den Einschlüssen des Plagioklas beherbergt er noch zahllose Augitmikrolithe und kleine Gasporen, welch' letztere meistens zu Gruppen vereinigt sind.

Der dunkelbraune Glimmer kommt nur selten vor und zeigt nichts Auffallendes.

Der Olivin tritt sowohl in Krystallen als auch in Körnern auf. Eingeschlossen finden sich in ihm die schon erwähnten dunkelbraunen Kugeln, Gasporen mit Bläschen und Grundmasse. Auffallend ist es, dass er noch gar keine Spur von Zersetzung zeigt.

Die durch Gasporen der verschiedensten Gestalt ausgezeichnete Grundmasse besteht aus einer braunen, bald homogenen, bald globulitisch entglasten Basis mit secundären Ausscheidungen. Diese sind:

Plagioklas in Leisten, grüne Augitmikrolithe in enormer Zahl, Apatit in wasserhellen Nadeln und einigen dickeren ebenfalls farblosen Säulchen und zahlreichen Magnetitkörnern. Die Glasbasis nimmt zum mindesten zwei Drittel der Grundmasse ein, und diese verhält sich zu den Einsprenglingen ungefähr wie 2:3.

Dieser Einschluss ist ein basaltischer und hat mit der Basaltlava von Ventotene grosse Aehnlichkeit; er unterscheidet sich aber von ihr durch das reichlichere Vorhandensein einer Glasbasis und das häufige Vorkommen des Apatits.

---

Ueerblicken wir nun die Resultate unserer Untersuchung, so muss vor Allem die Verbreitung des Anorthits in die Augen fallen. Er wurde nicht nur in den meisten Rhyolithen von Ponza und dem La Guardia-Trachyt gefunden, sondern auch im Basalt von Ventotene und mehreren Einschlüssen. Ziemlich rein muss der Anorthit im Basalt von Ventotene und dem basaltischen Einschluss von Santo Stefano sein, da für den ersteren das Maximum der Auslöschungsschiefe circa  $43^\circ$ , für den letzteren circa  $45^\circ$  beträgt. Freilich ist diese Bestimmung keine exacte, aber doch approximativ richtig. Dagegen konnte er in vielen trachytischen Gesteinen und Einschlüssen durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes sicher nachgewiesen werden; seine Häufigkeit in den Einschlüssen von Ventotene ist eine ganz auffallende.

Olivin wurde auch im Trachyt von Ponza gefunden, einem Gestein, in dem er zu fehlen pflegt.

Ueberall, wo der Olivin in Zersetzung begriffen ist — und dies ist, ausgenommen den Olivin im basaltischen Einschluss von Santo Stefano, immer der Fall — findet eine Zersetzung in Eisenhydroxyd statt, niemals aber in Serpentin. Sollte es sich bewahrheiten, dass das blaue Mineral im Trachyt von Santo Stefano Glaukophan ist, so wäre das ein ganz neues Vorkommen; denn bis jetzt wurde der Glaukophan nur in Schiefergesteinen gefunden.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die häufigen, in den Tuffen Ventotenes vorkommenden Einschlüsse, die äusserlich an Syenit oder Diorit erinnern, wahrscheinlich nicht Einschlüsse solcher Gesteine sind, sondern jüngere Bildungen. Es sind vielleicht nichts anderes als holokrystallin erstarrte Magmen, die sich bei rascher Erstarrung als trachytische oder basaltische Gesteine ausgebildet hätten; jedenfalls wären sie dann als primäre Erstarrungsproducte anzusehen.

Graz, Mineralogisches Institut, im Mai 1886.

---

## V. Diabasporphyrit aus der Umgegend der Stadt Petrosawodsk im Olonetzzer Gouvernement.

Von Constantin von Vogdt.

(Aus dem geologischen Cabinet der Universität zu St. Petersburg.)

(Mit Tafel I.)

Auf der geologischen Landkarte des Olonetzzer Gouvernement des Akademiker G. Helmersen<sup>1)</sup> ist die Verbreitung des Porphyrit in einiger Entfernung von der Stadt Petrosawodsk dargestellt. Im Sommer des Jahres 1884 habe ich diesen Ort besucht und das gesammelte Material, welches sich als Diabasporphyrit erwies, einer ausführlichen Durchforschung unterworfen.

Der Porphyrit ist in einer Entfernung von 30 Kilometern NW. von Petrosawodsk, 4 Kilometer W. vom Dorfe Widanskoie verbreitet. Dies Gebiet ist mit einer mächtigen Schichte Diluvialablagerungen, deren Durchschnitte an den Flüssen eine Höhe von 15—20 Metern erreichen, bedeckt. Die Ablagerungen älterer Systeme — Huronische Thonschiefer und paläozoische Dolomite — sind an wenigen Stellen entblösst. Was die Eruptivgesteine anbetrifft, so erscheinen sie an der Oberfläche in Gestalt von roches montonnées und Schtschelgen<sup>2)</sup>, welche Formen des Ausgehens der Felsarten in dem nördlichen Gebiet Russlands sehr verbreitet sind.

Der Diabasporphyrit bildet einige vereinzelte roches moutonnées, deren lange Axe eine nordsüdliche Richtung hat und 80—100 Meter erreicht. Die Ausgänge sind 20—30 Meter breit und gegen 6 bis 8 Meter hoch. Dieses Gestein erscheint in zwei verschiedenen Varietäten: 1. Feldspathporphyrit, in welchem der porphyrartig ausgeschiedene Feldspath an Grösse und Zahl der Krystalle den porphyrartigen Augit übertrifft, und 2. Augitporphyrit mit porphyrartigem Augit ohne Feldspath-Einsprenglinge. Die erste Varietät bildet vier

<sup>1)</sup> Geologische und physico-geographische Beobachtungen im Olonetzzer Bergrevier von G. v. Helmersen.

<sup>2)</sup> L. c. S. 62, Fig. 12.



roches moutonnées, welche hintereinander liegend in nordsüdlicher Richtung, auf der Strecke von zwei Kilometern, sich längs des östlichen Ufers des kleinen Podanskoiesees hinziehen. Den Augitporphyrithabe ich in einem separaten roche moutonnée in einer Entfernung von 3 Kilometern NO. vom Feldspathporphyrith gefunden. Meine Untersuchungen concentrirten sich hauptsächlich auf die erste, als auf die interessantere Varietät.

**Feldspathporphyrith.** In dunkler und dunkelgrauer Grundmasse mit einem splittrigen Bruche sind grosse hellgrüne Krystalle und kleinere schwarze eingesprengt, was aus der Fig. 1 auf Taf. I (makroskopisches Bild) ersichtlich wird.

Die heligrünen Krystalle gehören ihrer Form und mikroskopischem Bau nach zum Feldspathe. Sie sind durch zweierlei Flächen begrenzt: die einen sind schmal und lang — 3 Millimeter breit bei einer Länge von 25 Millimetern — die anderen sind gleichmässiger ausgedehnt und besitzen bis 25 Millimeter im Durchmesser. Viele Flächen der ersten Art sind der Länge nach in zwei, sogar in drei Theile getheilt, von denen einer oder zwei einen Glasglanz, die anderen ein mattes Ansehen haben. An einigen Krystallen konnte man wahrnehmen, dass in zwei schmalen in den kurzen Kanten zusammentreffenden Flächen, die glänzenden Theile der einen, den matten Theilen der anderen entgegengesetzt waren. Die genaue Messung der Kantenwinkel ist äusserst schwierig, erstens wegen der Unvollkommenheit der Krystallflächen, zweitens ist es sehr schwer die Krystalle aus der Grundmasse auszuseiden. Schmale Flächen in den langen Kanten mit den breiten zusammentreffend, bilden beinahe 90° Kantenwinkel. Die mit blossen Auge unmerkliche Zwillingsstreifung ist in den mikroskopischen Dünnschliffen auf den schmalen Flächen sichtbar und liegt den langen Kanten parallel. Auf Grund dieser Thatsachen, kann man sagen, dass diese Krystalle aus polysynthetischen Zwillingen des Albit-Gesetzes gebildet sind, die nach dem Carlsbadgesetz zusammengewachsen, weshalb eine Abwechslung glänzender und matter Streifen auf den langen Flächen entsteht. Die Krystalle sind in der Richtung der verticalen- und brachy-diagonalen Axe ausgedehnt. Die Spaltbarkeit ist vollständig unmerklich, es gelingt nicht einmal Lamellen parallel den glänzenden Flächen abzuspalten. Dieser Umstand muss der Veränderung des inneren Baues der Krystalle, worüber ich weiter erwähnen werde,

zugeschrieben werden. Was die schwarzen kleinen 2—3 Millimeter im Durchmesser betragenden Krystalle anbetrifft, so gehören sie zum Augit, was man nur aus der mikroskopischen Untersuchung erschliessen kann, da ihre Form, ihrer Unregelmässigkeit wegen, sich zur Untersuchung nicht eignet.

Nach dem äusseren Ansehen der Grundmasse und der eingesprengten Krystalle des Feldspaths, kann man dieses Gestein in zwei Varietäten theilen: I. Die Grundmasse ist dunkel, die Krystalle des Feldspath hellgrün und II. die Grundmasse ist dunkelgrau, die Krystalle sind mosaikartig grün mit weissen Flecken. Diese Varietät ist in der Fig. 1 dargestellt. Aber ausser ihrem äusseren Aussehen, charakterisiren sich diese Varietäten auch durch ihre verschiedene chemische Zusammensetzung und durch den mikroskopischen Bau.

Seine äussere Form behaltend veränderte sich der Feldspath in beiden Varietäten mikroskopisch zu einem radial-strahligen Aggregat. Die Dünnschliffe des Feldspaths, die unter einem Mikroskop von Seibert (aus Wetzlar) untersucht wurden, stellen folgendes Bild dar (s. Fig. 2 und 3). Das ganze Gesichtsfeld ist mit strahligen und körnigen Bildungen ausgefüllt. Die farblosen, durchsichtigen strahligen Bildungen sind aus Säulchen zusammengesetzt deren Breite 0·003—0·007 Millimeter und deren Länge 0·02 Millimeter beträgt, was aus der Fig. 2, bei einer Vergrösserung von 305 zu ersehen ist. Die Enden der Säulchen sind bald abgerundet, bald spitzig oder schartig, manchmal hat das ganze Säulchen die Form einer ausgedehnten Ellipse. Die Oberfläche ist vollständig rein und entbehrt jeder Streifung. Solche nach einander in der Richtung ihrer langen Axe sich lagernde, manchmal einander berührende, öfter aber durch kleine Zwischenräume getheilte Säulchen bilden Strahlen, die eine Länge von 0·5 Millimetern erreichen. Die Umrisse dieser Bildungen kann man bei gewöhnlichem Lichte schwer unterscheiden, vollständig deutlich erscheinen sie in polarisirtem Lichte. Die körnigen (Fig. 2 und 3) weniger, als die strahligen, durchsichtigen Bildungen sind aus Körnern zusammengesetzt, deren Durchmesser in denselben Grenzen, wie die Dicke der die Strahlen bildenden Säulchen schwankt. Anf dem hellen durchsichtigen Grund der Strahlenbildungen treten die Körner sehr deutlich hervor, und man kann sie durchaus nicht als trübe — Product der Kaolinbildung — annehmen. Die Gruppierung dieser zwei Elemente des mikroskopischen Baues der Feldspathe ist zweierlei:

I. In der ersten Varietät des Feldspathporphyrit mit der dunklen Grundmasse und den grünen Einsprenglingen sind die Strahlen und Körner über das ganze Präparat aus Feldspath ohne jegliche Ordnung zerstreut, wie man es aus der Fig. 3a ansehen kann. Nur an wenigen Stellen sehen wir, dass einige sich verbindende Strahlen parallele oder divergierende Bündel bilden. Die Körner bilden auch kleine Anhäufungen.

II. Ein anderes Bild stellt die zweite Varietät mit der dunkelgrauen Grundmasse und den mosaikartigen Krystallen dar, Fig. 3b. Die Strahlen gruppieren sich zu grossen Bündeln, die aus einzelnen, über den ganzen Krystall zerstreuten Punkten ihren Ausgang nehmen. Die Bündel haben die Form eines Kreissektors und ihr Austrittswinkel erreicht  $100^\circ$ . Dennoch hatte ich niemals die Gelegenheit, zu beobachten, dass die Strahlen von einem Punkte nach allen Richtungen ausgingen und eine sternartige Figur bildeten. Die Körner gruppieren sich hier nicht zwischen einzelnen Strahlen, sondern bilden grosse Anhäufungen zwischen den Strahlenbündeln. Der mosaikartige Charakter der Krystalle, der makroskopisch zu bemerken ist, entspricht vollständig ihrem innern Bau.

Die Strahlen ebenso wie die Körner bestehen aus einer doppelbrechenden Substanz. Die Untersuchung ihrer optischen Eigenschaften ist nur in parallelem polarisiertem Lichte möglich, weil ihre Grösse für Anwendung convergenten Lichtes zu unbedeutend ist. Dichroismus ist weder bei den Körnern noch bei den Strahlen wahrzunehmen. Die Strahlen zeigen zwischen parallelen Nicols hellblaue, zwischen gekreuzten complementäre Farben.

Sie besitzen gerade Auslöschung; in Folge dessen liefern solche Bündel, die an ihrer Spitze mehr als  $90^\circ$  umfassen, bei gekreuzten Nicols zwei dunkle Streifen, die mit den Faden des Oculars zusammenfallen. Die körnigen Massen wirken sehr schwach auf das polarisierte Licht. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Körner bei der Brechung sehr schwache Aufhellung. Eine Interferenzfarbe ist nicht zu bemerken. Ihre Doppelbrechung erkennt man am besten bei der Untersuchung mit  $45^\circ$  gegen die Nicolhauptschnitte orientirter Gypsplatte, wobei man in den Körnern eine deutliche Farbenverschiedenheit leicht bemerken kann.

Bisher habe ich von den Körnern und Strahlen wie von zwei selbständigen Elementen des mikroskopischen Baues des Feldspaths

gesprochen. Dennoch glaube ich, dass man als selbständiges Element nur die Strahlen anerkennen kann, die Körner aber stellen nur Querschnitte der Strahlen vor. Dieses bestätigt die Thatsache, dass in den Dünnschliffen, in welchen die Strahlen einzeln zerstreut sind, die Körner auch zerstreut sind, wo die Strahlen aber in grosse Bündel vereinigt sind, bilden die Körner auch Anhäufungen. Falls diese Voraussetzung richtig ist, so haben wir in den Strahlen ein ein-axiges Mineral, dessen optische Axe mit der Länge der Säulchen, die die Strahlen bilden, zusammenfällt. Der Unterschied in der Stärke der Doppelbrechung der Quer- und Längsschnitte ist vollständig klar. Wenn die Körner — Querschnitte der Strahlen — auf das polarisirte Licht schwach wirken, so kommt dieses daher, dass der Schnitt durch ein radialdivergirendes Strahlenbündel nicht zu den Axen aller Strahlen perpendicular sein kann.

Es wurde schon früher erwähnt, dass die Strahlen einander nicht unmittelbar berühren. Die zwischen den Strahlen liegende Materie kann man nach ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte für unveränderten Feldspath halten. Ausserdem finden sich kleine Felder des Feldspaths, manchmal mit Spuren von Zwillingssstreifung zwischen den Strahlenbündeln und Körner-Gruppen. Aus der Untersuchung der optischen Eigenschaften solcher Felder ergibt sich uns bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit, auf die ursprüngliche Natur des Feldspathes einen Schluss zu ziehen.

Da hier nicht nur das Abspalten von Lamellen nach den Spaltflächen nicht gelingt, sondern auch die Loslösung der Krystalle von der Grundmasse äusserst schwierig ist, so musste ich mich mit der Untersuchung von Präparaten begnügen, die entweder in willkürlicher Richtung angefertigt oder irgend einer Fläche parallel geschliffen waren. Andererseits wurde durch die Unvollkommenheit der Flächen die Messung der Kantenwinkel erschwert, sowie durch die complicirte Zwillingswachung nach den Albit- und Carlsbader Gesetzen die genaue optische Orientirung und die Entscheidung, ob die Elasticitätsaxen eine positive oder negative Lage haben, unmöglich. Ausser Dünnschliffen in unbestimmter Richtung wurden von mir auch solche angefertigt, welche  $OP$  und  $\infty P\infty$ , also den langen und tafelartigen Flächen der Krystalle parallel waren. Bei Untersuchung der Auslöschungswinkel kam ich zur Ueberzeugung, dass der von mir beschriebene Feldspath nicht gleichartig sei, sondern aus mit Plagioklas

durchwachsenem Orthoklas bestehe. Die Zwillingsstreifung zieht sich, wie ich bereits oben erwähnt habe, den langen Kanten der schmalen Flächen parallel hin. Aber lange nicht in allen Feldern des Feldspaths zeigen sich Spuren davon. Mitunter erscheint die Zwillingsstreifung in Gestalt kleiner Flecken oder nimmt nur eine Seite des unveränderten Theiles des Feldspaths ein. In den der Zwillingsstreifung entbehrenden Feldern auf den nach  $OP$  angefertigten Dünnschliffen ist der Auslöschungswinkel  $0^\circ$  gleich, auf den Dünnschliffen aus derselben Zone  $OP/\infty\check{P}\infty$  beobachtete ich die Auslöschungswinkel gleich  $2^\circ$ – $3^\circ$ . Auf  $\infty\check{P}\infty$  war die Auslöschungsschiefe in Bezug auf die Combinations-Kante  $OP$  mit  $\infty\check{P}\infty$   $14^\circ$  gleich. Alle diese Zahlenwerthe sind für den Orthoklas charakteristisch. Die Untersuchung der Auslöschungswinkel der Plagioklas-Lamellen gab die mannigfachsten Werthe. Auf  $OP$  war die Auslöschung auf einem Dünnschliffe  $2^\circ$  und auf einem anderen  $3^\circ 30'$  gleich; auf den Dünnschliffen aus der Zone  $OP/\infty\check{P}\infty$  schwanken die Auslöschungswinkel zwischen  $1^\circ$ – $26^\circ$ . In einigen Dünnschliffen unterscheiden sich zwei Systeme zusammengewachsener Lamellen nach der Grösse des Auslöschungswinkels, sehr scharf: Für die eine Hälfte der Lamellen  $1^\circ$ , für die andere  $11^\circ$ . Die Grenzen, in welchen die Grössen der Auslöschungswinkel liegen, sind weiter als die von Rosenbusch<sup>1)</sup> für Auslöschungswinkel irgend eines Plagioklases angegebenen. Deshalb möchte ich die Anwesenheit wenigstens zweier Plagioklase annehmen. Den erforderlichen Zahlenwerthen entsprechen am meisten Oligoklas und Labrador. Somit hätten wir hier also einen von Oligoklas und Labrador durchwachsenen Orthoklas vor uns.

In chemischer Beziehung wäre es am interessantesten gewesen, die Natur der strahligen Bildungen und die im Feldspath in Folge ihres Erscheinens stattfindenden Veränderungen zu erklären. Die Lösung der ersten Hälfte dieser Frage gelang mir nicht auf geradem Wege, d. h. mittelst der Analyse. Indem ich die Dünnschliffe des Feldspaths der Wirkung erst kalter und darauf kochender Salzsäure aussetzte und sie nachher mit Anilinlösung behandelte, bemerkte ich ausser dem Verschwinden des Chlorits aus den Spalten keine Veränderungen. Es konnte also die Partialanalyse in diesem Falle nicht angewandt werden. Ebenso sind mikrochemische Reactionen nicht anwendbar, weil die Grösse der Strahlenbildungen so

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. der Mineralien. 1885, pag. 535.

unbedeutend ist, dass man, selbst diese feinen Untersuchungsmethoden anwendend, Gefahr läuft, statt der Strahlenbildungen die Zwischensubstanz des Feldspaths zu bestimmen. Der Charakter des bei der Bildung der Strahlen stattfindenden chemischen Vorganges wird nur durch Vergleichung der Analyse zweier Feldspathe, in welchen diese Bildungen verschiedene Grade der Entwicklung erreicht haben, einigermaßen ersichtlich. Einen derartigen Fall stellen die zwei untersuchten Typen des Feldspaths vor.

In den unten stehenden Analysen stellt Nr. I die chemische Zusammensetzung des ersten Typus des Feldspaths mit schwach entwickelten, über dem ganzen Krystall ohne jegliche Ordnung zerstreuten Strahlenbildungen dar. Nr. II entspricht dem Feldspathe, dessen Strahlen die grösste Stufe der Entwicklung erreichen und sich zu grossen divergirenden Bündeln gruppieren.

	I	II
Spec. Gew. . . . .	2.79	2.83
$SiO_2$ . . . . .	53.24	52.08
$Al_2O_3$ . . . . .	24.25	27.56
$Fe_2O_3$ . . . . .	1.97	2.15
$CaO$ . . . . .	8.27	8.50
$MgO$ . . . . .	1.22	1.37
$K_2O$ . . . . .	3.00	1.50
$Na_2O$ . . . . .	5.78	5.50
$H_2O$ . . . . .	3.01	2.64
	<hr/> 100.74	<hr/> 101.30

Beide Feldspathe enthalten Wasser und haben ein bedeutendes specifisches Gewicht. Bei der Vergleichung der 1. und 2. Analyse sehen wir, dass Feldspath Nr. II im Vergleiche mit Nr. I ein grösseres specifisches Gewicht hat, weniger Kieselsäure und Alkalien und mehr Thonerde enthält. Dieser Vorgang ist der Kaolinisation sehr ähnlich; eine solche Vorstellung stimmt aber mit den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung nicht überein. Wenn wir für Nr. I die Beziehung des Sauerstoffs für  $H_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$  berechnen, so bekommen wir 0.67 : 1.22 : 3 : 7.16. Das Verhältnis 1.22 : 3 anstatt 1 : 3 zusammengenommen mit dem bedeutenden specifischen Gewichte nähert den Feldspath der Saussurit-Veränderung der Natron-Kalkfeldspathe. Wenn wir aber dem Saussurit eine so streng bestimmte

Bedeutung wie es A. Cathrein thut<sup>1)</sup> geben wollten, so müssten wir hier die Bezeichnung vermeiden, weil wir im mikroskopischen Bau weder Kennzeichen des Epidots noch des Zoisits fanden. Ueber strahlige Pseudomorphosen nach Feldspath schreibt H. Rosenbusch<sup>2)</sup>, ohne jedoch ihre mineralogische Natur zu bestimmen. Leider muss ich mich mit der oben gegebenen Beschreibung begnügen, da die Abwesenheit charakteristischer Kennzeichen es unmöglich macht, die strahligen Bildungen auf irgend eine bestimmte mineralogische Gattung zu beziehen.

Sowie schon der porphyrtartige Feldspath viel Interessantes darbietet, so bringt auch die Grundmasse des Porphyrits alle Uebergänge von Basis mit der eben begonnenen Differentiation in Körner und Fäden bis zu den vollkommensten Krystallen zur Anschauung. Die Fig. 4 stellt die Grundmasse des Porphyrits des ersten Typus vor. Die ausgeschiedenen Krystalle gehören dem Feldspath, Augit und Magnetit an (auf der Zeichnung ist nur Feldspath dargestellt), welche in der Basis eingeklemmt sind. Die prismatischen Krystalle des Feldspaths, die eine Länge von 0.1 Millimetern bei einer Breite von 0.01 Millimetern erreichen, unterscheiden sich, ihrem mikroskopischen Baue nach, von den porphyrtartigen Krystallen. Hier gibt es keine von den oben erwähnten charakteristischen Strahlen. Wenig zahlreiche, blassgrüne, nicht dichroitische Nadeln und kleine Körnchen sind die ganzen Einschlüsse. Die einen wie die anderen wirken schwach auf das polarisirte Licht, wobei die Nadeln zwischen gekreuzten Nicols in einer dem Hauptschnitte der Prismen parallelen Stellung auslöschten. Die feldspathige Substanz der Krystalle erscheint inmitten dieser spärlichen Einschlüsse ganz deutlich. Nicht nur durch den mikroskopischen Bau unterscheiden sich diese Krystalle der Grundmasse vom porphyrtartigen Feldspathe, sondern auch durch ihren Auslöschungswinkel. Die Grösse der, bezüglich der langen Axe der Krystalle gemessenen Auslöschungswinkel schwankt in den Grenzen von  $4^{\circ}$ — $12^{\circ}$ . Dieser Umstand, mit der chemischen Zusammensetzung der Krystalle verglichen (siehe unten) führt mich zum Schluss, dass der Feldspath der Grundmasse eine andere Stellung als der porphyrtartige in der Reihe der Plagioklase einnimmt.

<sup>1)</sup> A. Cathrein, Zeitschr. f. Kryst. u. Miner. 1882, 7. Bd., 3. H.

<sup>2)</sup> H. Rosenbusch, Mikr. Phys. d. Massig. Gest. 1877, pag. 243, 258 und 326.

Die Körner des Augites, die der Zahl nach dem Feldspathe nachstehen und 0.02 Millimeter im Durchmesser erreichen, bieten keine Besonderheiten dar. Sie sind wenig verändert und nur in den Spalten hat sich ein wenig Chlorit abgelagert. Den Magnetit trifft man in einer geringen Menge und hauptsächlich in Rotheisenerz verändert.

Das grösste Interesse bietet die Basis dar. In den dünnsten Dünnschliffen aus der Grundmasse des Porphyrits der ersten Art erscheint die Basis mit einer schwachen, grüngrauen Farbe versehen. Selbstständiger Umriss entbehrend, füllt sie alle Zwischenräume zwischen den ausgeschiedenen primären Krystallen aus. Bei einer Vergrösserung von etwa 100, kann man in ihrer Mitte einige krystallinische Bildungen bemerken. Im polarisirten Lichte erhalten sie eine gelbe Interferenzfarbe und löschen bei der Drehung des Objecttisches nicht aus. Bei einer starken Vergrösserung ist zu bemerken, dass sie aus einem Aggregat kleinster Körnchen bestehen, wodurch auch erklärt wird, dass die ganze Gruppe, die im Durchmesser weniger als 0.01 Millimeter hat, nicht gleichzeitig auslöscht. Solche, in Salzsäure nicht lösbar, können, meiner Ansicht nach, dem Epidot zugeschrieben werden. Der Aggregation und dem Baue nach kann man ihn nicht wie den Feldspath und Augit für ein primäres Element der Grundmasse annehmen. Andererseits ist es schwer, nach der Disposition des Epidots inmitten der Basis vorzusetzen, dass er auf Kosten einer dieser Mineralien entstanden ist. Es bleibt uns übrig anzunehmen, dass der Epidot in diesem Falle das Product der hydro-chemischen Verwandlung der Basis selbst vorstellt.

Ausser von diesem krystallinischen Element ist die Basis mit anderen Körnern und Fäden, die nur bei einer sehr starken Vergrösserung sichtbar sind, überfüllt. Es gibt keine der Structur entbehrenden Stellen und vom reinen Glase sind keine Spuren übriggeblieben. Die Basis wirkt schwach auf das polarisirte Licht. Man kann dies am besten wieder mit Hilfe der Gypsplatte erkennen. Dabei lässt sich erkennen, dass die zwischen den Krystallen des Feldspaths befindliche Partie der Basis in optischer Beziehung nicht gleichartig ist. Bei der Drehung des Objecttisches wechseln die Farben ungleichförmig und wird die betreffende Partie in einzelne unregelmässig begrenzte Felder getheilt. Diese Erscheinung ist der Aggregat-



Polarisation ähnlich mit dem Unterschied, dass die Grenzen dieser Felder von verschiedener optischer Orientirung bei gewöhnlichem Lichte vollständig unsichtbar sind.

Die Grundmasse des Porphyrits des zweiten Typus besteht aus denselben Mineralien und aus Basis. Alle ihre Bestandtheile sind aber stark verändert. Der Feldspath und die Basis sind grösstentheils mit trüben, wenig durchsichtigen formlosen Bildungen ausgefüllt, die im reflectirten Lichte das für Kaolin charakteristische Aussehen der Verschwommenheit darbieten. Der Augit ist in hohem Grade in Chlorit verändert. Die in den mikroskopischen Dünnschliffen hervortretende Erscheinung der Kaolinisation findet ihre Bestätigung bei Vergleichung der unten angeführten Analysen der Grundmassen beider Porphyrite.

Kochende, ebenso wie kalte Salzsäure wirkt zum Theil auf die Grundmasse. Die Aetzung der Dünnschliffe wurde so ausgeführt, dass ich sie mit dem Objectglase zusammen in einer Porcellanschale mit Salzsäure in einem kochenden Wasserbade während einer halben Stunde erwärmte. Der geätzte Dünnschliff wurde mit Anilinelösung behandelt und mit Hilfe der von Herrn Professor Inostranzeff erfundenen Vergleichungskammer<sup>1)</sup> erforscht. Auf den Objecttisch des einen Mikroskops legte ich den mit Salzsäure und Anilin behandelten Dünnschliff und auf den Objecttisch des zweiten Mikroskops — einen frischen, mit einem Deckglase bedeckten Dünnschliff. Beide Dünnschliffe erscheinen dabei im Gesichtsfelde der Kammer und die Veränderungen der Bestandtheile des einen sind sehr leicht und bequem zu bestimmen. Auf solchem Wege hat sich erwiesen, dass die Salzsäure ausser dem in den Spalten des Augit-enthaltenen Chlorit die Basis löst, während sie den Augit, Feldspath und Epidot unberührt lässt. Auf Grund dessen wurde von mir unter denselben Bedingungen ein salzsaurer Auszug aus der Grundmasse des Porphyrits des ersten Typus angefertigt. Der in Salzsäure lösbare Theil beträgt 39 Procent der Grundmasse.<sup>2)</sup> In der unten angeführten Tafel der Analysen stellt Nr. III die chemische Zusammensetzung der Grundmasse des Porphyrites des ersten Typus, Nr. IV des zweiten Typus, Nr. V den salzsauren Auszug aus Nr. III und endlich

<sup>1)</sup> N. Jahrb. für Min. etc. 1885. II. B., I. H., pag. 95.

<sup>2)</sup> In dieser Zahl ist die Kieselsäure inbegriffen, die man mit einer Soda-lösung aus dem Rest nach Behandlung mit Salzsäure auszieht.

Nr. VI den von dem salzsauren Auszug aus der Differenz berechneten Rest dar.

	III	IV	V	VI
Spec. Gew. . . . .	2·91	2·91		
$SiO_2$ . . . . .	50·70	49·80	43·75	55·32
$Al_2O_3$ . . . . .	20·45	21·75	16·00	23·37
$Fe_2O_3$ . . . . .	5·63	6·00	13·32	0·70
$FeO$ . . . . .	4·43	2·06	9·94	0·90
$MnO$ . . . . .	Spur	Spur	—	—
$CaO$ . . . . .	6·44	6·70	6·63	6·35
$MgO$ . . . . .	4·25	5·73	6·05	3·12
$K_2O$ . . . . .	2·50	2·32	0·56	3·75
$Na_2O$ . . . . .	3·00	4·20	0·17	4·82
$H_2O$ . . . . .	2·42	2·25	3·58	1·67
	99·82	100·81	100·00	100·00

Nr. V stellt die Zusammensetzung der Basis mit der Beimischung von Chlorit, Magnetit und Rotheisenerz dar. Nr. VI die Mischung des Feldspaths, des Augits und des Epidots. Dennoch ist der Gehalt an Kieselsäure in Nr. VI, ungeachtet der Anwesenheit der basischen Bestandtheile — des Augits und des Epidots — grösser als im porphyrtartigen Feldspathe (Nr. I). Indem man diese Thatsache mit den oben angeführten Werthen des Auslöschungswinkels des Feldspaths aus der Grundmasse (4—12°) neben einander stellt, kann man, glaube ich, den Schluss ziehen, dass dieser Feldspath saurer als der porphyrtartige ist und aller Wahrscheinlichkeit nach dem Albit zugehört.<sup>1)</sup>

Aus der oben angeführten Beschreibung des Feldspathporphyrites kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Obgleich dieses Gestein ohne Zweifel eine Varietät des Diabases bildet, stellt doch der porphyrtartige Feldspath einen mit Oligoklas und Labrador durchwachsenen Orthoklas vor.

2. Der Feldspath metamorphisirt sich in ein radial strahliges Aggregat, was mit dem Verlust von Kieselsäure und Alkalien verbunden ist.

3. Der in Form porphyrtartiger Einsprenglinge auftretende und der Plagioklas der Grundmasse sind von verschiedener Acidität.

<sup>1)</sup> Für  $Ab$ ,  $An$  ist Auslöschungswinkel 3° 12' und 13° 49'.

4. Der Epidot der Grundmasse ist auf Kosten der Basis gebildet.

Es bleibt mir noch übrig, einige Worte über die andere Varietät des Porphyrits — die Augitische — zu sagen. Der eingesprenzte Augit ist von mir bereits oben beschrieben. In mikroskopischer Beziehung bietet er keine interessanten Eigenthümlichkeiten dar, ausser der einige Male angetroffenen Durchwachsung der Krystalle von Lamellen in Zwillingsstellung. Die Grundmasse ist ihrem Bau und ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach derjenigen des Feldspathporphyrits vollständig gleich, nur die Zahl der Individuen des Augits ist in Beziehung zum Feldspath etwas grösser. Eine ausführliche Beschreibung wäre Wiederholung des Obengesagten.

#### Erklärung der Tafel I.

- Fig. 1. Makroskopisches Bild des Feldspathporphyrits. Mosaikartiger Feldspath und Augit in Grundmasse.
- „ 2. Vergröss. = 305 Mal. Umwandlung des Feldspaths: Strahlen und Körner-Gruppen.
  - „ 3. Vergröss. = 70 Mal. Umwandlung des Feldspaths: a) erste Varietät, — Strahlen und Körner ohne jegliche Ordnung zerstreut; b) zweite Varietät, — Strahlen in Bündeln, Körner in grossen Anhäufungen.
  - „ 4. Vergröss. = 460 Mal. — Grundmasse des Feldspathporphyrits. Krystalle des Feldspaths in Basis mit Epidot-Körnern.



Fig. 1.

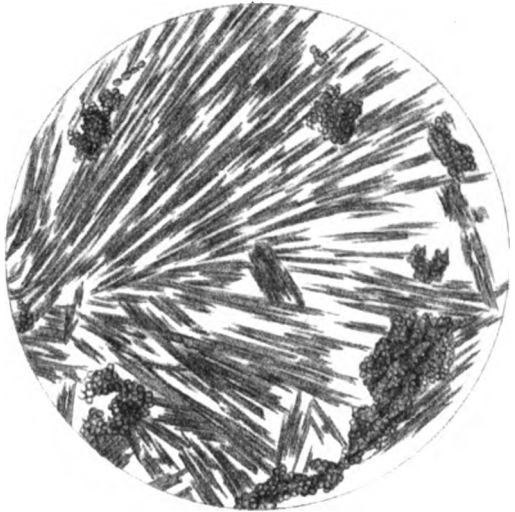


Fig. 2.

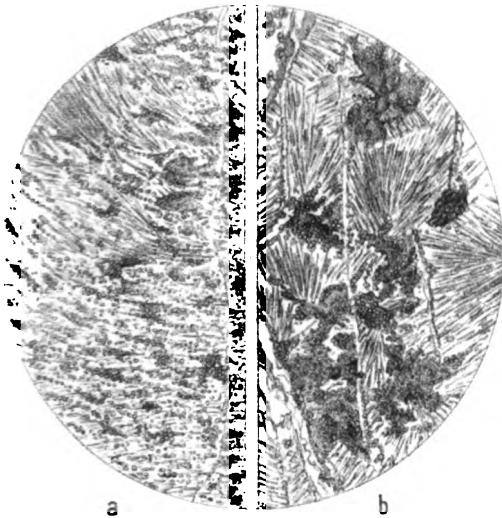


Fig. 3.



Fig. 4.

E. Bertelson ad. nat. del.

Lith. Anst. v. F. Koke in Wien

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd VIII, Heft 1.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hofu. Universitäts-Buchhandler.



## VI. Die Auswurfsblöcke des Monte Somma.

Von Bruno Mierisch aus Döbeln i. S.

(Mit 15 Zinkographien.)

Die Auswurfsblöcke des Monte Somma sind wegen des grossen Reichthums an wohlausgebildeten und zum Theile seltenen Mineralen der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Doch fast stets sind die mit blossem Auge bereits sichtbaren und mehr oder weniger frei ausgebildeten Krystalle allein in Berücksichtigung gezogen worden und haben auch gewöhnlich in Folge ihrer bisweilen tadellosen Ausbildung grundlegende krystallographische Bestimmungen ermöglicht.

Das Wesen der Blöcke selbst, ihr Aufbau, sowie die mikroskopischen Verhältnisse, sind hierbei nur äusserst selten näher untersucht worden, meist begnügte man sich mit einer Aufzählung und oberflächlichen Beschreibung der makroskopisch erkennbaren Minerale des zur Benützung gelangten Handstückes. Nur wenige Forscher, und unter diesen besonders Monticelli, Scacchi und G. vom Rath, haben sich etwas eingehender mit diesen interessanten Aggregaten beschäftigt, aber immerhin nicht in dem Grade, um ein nach allen Richtungen klares Bild von dem Habitus und der Entstehung dieser Blöcke zu geben.

Da nun das mikroskopische Studium der gewöhnlichen Gesteine so viel Aufklärung gebracht hat, so schien das dieser Blöcke nicht minder versprechend. Diesbezügliche Untersuchungen sind, so viel mir bekannt, niemals im Zusammenhange vorgenommen worden, so hat u. A. auch Sorby in seiner ewig denkwürdigen Abhandlung: „On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks“<sup>1)</sup> nur einige wenige Minerale auf ihre mikroskopischen Verhältnisse hin studirt. In der vorliegenden Abhandlung ist auf die krystallographische Entwicklung grösserer Individuen so gut wie keine Rücksicht genommen worden, da dieselbe bei dem betreffenden Material wohl kaum noch etwas Neues bieten dürfte. Das Hauptgewicht ist auf die Untersuchung im Dünnschliff, auf die Erforschung der mikroskopischen Verhältnisse gelegt.

<sup>1)</sup> Quart. journ. of geol. soc. XIV, pag. 455 ff.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VIII. 1886. (B. Mierisch.)

Die mir vorliegenden circa 80 Blöcke, resp. Blockfragmente, sämtlich Auswürflinge der Somma, stammen aus der mineralogischen Sammlung der Universität Leipzig und hatte Herr Geheimrath Prof. Dr. Zirkel die Güte, mir das Material zur freien Verfügung zu stellen. Ich sage meinem hochgeehrten Lehrer an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank dafür, ebenso für die freundliche und wohlwollende Unterstützung bei Abfassung vorliegender Arbeit, sowie während meiner ganzen Studienzeit überhaupt.

### **Die Blöcke hinsichtlich ihres Habitus und ihrer gegenseitigen Beziehungen.**

Die in den Sommatuffen auftretenden Blöcke sind zweierlei Art; einestheils losgerissene Stücke alter Laven, Leucitophyr und Trachyt, ohne metamorphische Gebilde und zweitens Blöcke von Kalk oder Silicaten, welche jene bekannten interessanten Neubildungen aufweisen, und die allein in vorliegender Arbeit Berücksichtigung gefunden haben.

Ihrer Zusammensetzung nach kann man, nach dem Vorgange Scacchi's in Bezug auf die Vesuvauswürflinge vom Jahre 1872, auch die hier in Rede stehenden Blöcke in monolithische und in conglomeratische scheiden, je nachdem sie ein einheitliches Aggregat oder durch Neubildungen verkittete Gesteinsbrocken darstellen. Die ersteren sind in den Sommaauswürflingen die bei weitem vorherrschenden.

In den conglomeratischen Blöcken zeigen die verkitteten Brocken stets scharfe, nie abgerundete Ränder und man müsste das Ganze demnach richtiger als Auswurfsbreccie bezeichnen. Der verbindende Kitt ist entweder ein augitischer, oder es ist Kalk, das letztere selten, und stets besteht eine innige Verwachsung zwischen beiden Theilen. nicht, wie in den Auswürflingen von 1872, wo die Verbindung durch lose Augitkryställchen hergestellt ist. Auch bestehen die Fragmente nicht, wie in den recenten Blöcken, aus Lavabrockchen, welche mit den Vesuvlaven ohne Schwierigkeit zu identificiren sind, sondern aus Gesteinen, die meist vollkommen metamorphosirt sind und deren Ursprung sich daher nur selten und schwer nachweisen lässt. Charakteristisch für die meisten Blöcke sind die zahlreichen Hohlräume, die sie in sich bergen und die in allen Dimensionen sich vorfinden.

Sie sind die Träger der schönen Krystalle, die die Sommablöcke so bekannt und berühmt gemacht haben. Neben diesen drusenreichen Blöcken gibt es auch solche, die keine Hohlräume enthalten und die ganz den Eindruck eines massigen Gesteines machen.

Doch mag die Textur der Blöcke beschaffen sein, wie sie will, die Structur ist immer durch und durch körnig krystallin, nie sieht man auch nur die Spur einer amorphen Basis, auch nicht unter dem Mikroskop. Gewöhnlich sind die Aggregate sogar sehr grobkrystallin, womit meist zugleich eine Lockerung der Masse verbunden zu sein scheint, die so weit gehen kann, dass manche Blöcke wie lose zusammengebackener Sand zwischen den Fingern zerbröckeln. Ziemlich regelmässig ist dies der Fall bei den sogenannten Eisspathblöcken, seltener bei augitischen und glimmerigen Aggregaten, doch kommt es auch da bisweilen vor.

Ab und zu stellt sich in den kleinkrystallinen Augit-Glimmeraggregaten eine scheinbar porphyrische Structur ein, hervorgerufen dadurch, dass grössere Augit- und Glimmerkrystalle in der anscheinend homogenen, grünen Grundsubstanz stecken.

Die Minerale, die hauptsächlich die hier in Rede stehenden Sommablöcke zusammensetzen, sind: Calcit, Augit, Glimmer und Olivin. Diesen reihen sich nun eine Menge anderer an, die aber gegen die genannten an Häufigkeit bedeutend zurücktreten, wenngleich nicht ausgeschlossen ist, dass manche Blöcke sich fast ausschliesslich aus dem einen oder anderen aufbauen können. Zu diesen gehören: Vesuvian, Forsterit, Humit in seinen 3 Varietäten Humit, Chondroit und Klinohumit, Granat in fast allen Varietäten, Sarkolith, Mejonit, Melilith und Humboldtilith, Leucit, Nephelin, Mikrosommit, Sodalith, Hauyn mit seiner Abart dem Berzelin, Wollastonit, Hornblende, Eisspath, Andesin, Anorthit, Titanit, Spinell, Magneteisen, Eisenkies, Magnetkies. Nachgewiesen sind in den Auswürflingen noch viele andere Minerale: Monticellit, Mizzonit, Cavolinit, Davyn, Albit, Oligoklas, Zirkon, Cuspidin, Guarinit, Periklas, Flussspath, Bleiglanz, Zinkblende, Graphit, doch standen mir dieselben nicht zu Gebote, respective es erwiesen sich die Etiquetten, z. B. bei Monticellit und Davyn, als nicht zutreffend; doch gehören alle diese Minerale zu den selteneren und tragen nicht viel zu dem specifischen Habitus der Sommablöcke bei, so dass ein Ausserachtlassen derselben sich vollkommen rechtfertigen lässt.



Die Auswürflinge bergen, wie oben gezeigt, eine Fülle der verschiedensten Minerale und vielleicht wird sich im Laufe der Zeit deren Zahl noch vergrössern. Aber alle treten nur als Drusenausscheidungen auf; den eigentlichen Kern, die Grundmasse der Blöcke, bilden die vier zuerst genannten Minerale; von den Eisspathmassen und ähnlichen Gebilden wird noch weiterhin die Rede sein. Diese 4 Minerale zeigen stets, vorausgesetzt, dass ihrer mehrere zusammen vorkommen und im Fall, dass eine Druse vorhanden ist, eine überall wiederkehrende, zonenartige Anordnung um die letztere herum.

Die eigentliche Drusenwandung wird gebildet von Augit, auf diesen folgt weiter entfernt von der Druse und nach der eigentlichen Blockmasse zu eine Glimmerzone und auf diese als letzte eine Olivin-Calcitzone. Die einzelnen Individuen der Augit- und Glimmer-, zum Theile auch der Olivinregion sind nun immer so gerichtet, dass ihre Längsaxe, respective ihre Breitseite, senkrecht gegen die Drusenwand gestellt ist.

Nicht alle Blöcke weisen die Zonen zu gleicher Zeit auf, sehr viele bestehen der Hauptsache nach nur aus einem Gemengtheil, aus Augit, Glimmer, Olivin oder Calcit, oder aus mehreren zusammen, ohne dass scheinbar eine gesetzmässige Anordnung der Gemengtheile zu bemerken ist; trotzdem müssen wir sie aber, wenn wir ihre genetischen Verhältnisse und ihren ganzen Habitus berücksichtigen, der Gruppe der zonar struirten Blöcke einreihen.

Man scheidet die Blöcke ihrer Zusammensetzung nach in Kalk- und Silicatblöcke. Obgleich auf rein äusserliche Merkmale gegründet, mögen diese Bezeichnungen doch beibehalten werden, da sie allgemein angenommen sind, nur sei es mir gestattet, auf den erwähnten Thatsachen fussend, die Silicatblöcke in zwei Unterabtheilungen zu gliedern:

1. Blöcke, um deren Drusen die beschriebenen Zonen auftreten oder die, falls sie keine Drusen enthalten sollten, doch durch die zonenartige Anordnung der Gemengtheile, oder sonstige charakteristische Kennzeichen, ihren Zusammenhang mit ersteren kundgeben.

2. Blöcke, welche die beschriebene Zonartextur nicht besitzen und ihrem Wesen nach wohl als Drusenausfüllungsmaterial der anderen Blöcke zu betrachten sind. (Hier sind u. A. auch die Eisspathblöcke mit einzureihen.)

Dass diese Eintheilung hin und wieder Mängel aufweist, lässt sich nicht leugnen, doch wird es bei einiger Uebung sicher gelingen, die bei weitem grösste Zahl der Silicatblöcke unter obigen Gesichtspunkten zu ordnen.

Fertigt man einen Dünnschliff von einem, dem Anschein nach reinen Kalkblock an, so hat man unter dem Gesichtsfeld durchaus nicht etwa ein reines Aggregat von Calcitkörnern, wie man das wohl erwarten sollte. Schon J. Roth <sup>1)</sup> gibt an, dass er aus einem Kalkblock der Somma, der als Schale Augitkrystalle umhüllte, durch Kochen mit salpetersaurem Ammon nur 23·2 Procent kohlensauren Kalk und 2·9 Procent kohlensaure Magnesia ausziehen konnte. Doch theilt er nichts Näheres über den unlöslichen Rückstand mit.

G. vom Rath <sup>2)</sup> untersuchte ebenfalls einen solchen Kalkblock und fand 60·7 Procent in Essigsäure löslich, 39·3 Procent unlöslich. Der lösliche Theil bestand aus:

86·5 Procent	$Ca CO_3$
13·5	„ $Mg CO_3$

Der in Essigsäure unlösliche Antheil ist seiner Ansicht nach nun: „Ein Gemenge farbloser Theile, welche aller Wahrscheinlichkeit nach Quarzsand sind, grünlicher Octaëder (Periklas), welcher in grosser Menge, doch nur in sehr kleinen Krystallen,  $\frac{1}{10}$  Millimeter, vorhanden ist, schwarzer Octaëder von Ceylanit, endlich einer äusserst kleinen Menge von Magneteisen.“ Er giebt auch eine Bauschanalyse des unlöslichen Theiles an

Magneteisen . . . . .	0·5
$Si O_2$ . . . . .	38·6
$Al_2 O_3$ . . . . .	10·7
$Mg O$ . . . . .	43·1
$Fe O$ . . . . .	8·3
	<hr/>
	101·2

und legt dieselbe so aus, „dass die Thonerde mit der Magnesia und dem Eisenoxydul (respective Eisenoxyd) verbunden zu betrachten sei als Ceylanit, die überwiegende Menge der Magnesia nebst dem Reste des Eisenoxyduls bilde Periklas, während die Kieselsäure wohl unverbunden vorhanden sei.“

<sup>1)</sup> J. Roth, Der Vesuv, pag. 35.

<sup>2)</sup> G. vom Rath, Mineralogische Mittheil. Pogg. Annal. CXLVII, pag. 266.

Dem ist nun nicht so. Betrachten wir das farblose Mineral in den Kalkblöcken einmal näher: Dasselbe bildet länglich-rundliche Körner, ohne krystallographische Umgrenzung, besitzt selten Spaltbarkeit, und zeigt ausserordentlich lebhaftes Polarisationsfarben, was alles eine Verwechslung mit Quarzkörnern wohl erklären kann. Doch es würde dies Vorkommen von Quarz in den sonst davon ganz freien Sommablöcken höchst auffallend sein, und eine nähere Untersuchung that denn auch dar, dass in Wirklichkeit kein Quarz vorliegt.

Das Material an dem G. vom Rath seine Untersuchungen angestellt hat, stand mir zwar für einen eventuellen Vergleich nicht zu Gebote, doch ist bei dem vollkommen übereinstimmenden Bau aller mir vorliegenden Kalkblöcke, und somit wohl aller Sommakalkblöcke überhaupt, nicht anzunehmen, dass der Block, den G. vom Rath auf seine Bestandtheile hin untersucht hat, von dem allgemeinen Habitus abgewichen sei. Es besitzen daher die folgenden Untersuchungen sicher auch für ihn volle Gültigkeit.

Die in den Kalkblöcken sitzenden Körner zeigen bisweilen eine deutliche Spaltbarkeit parallel der Längskante, was beim Quarz ja nie der Fall ist, ferner im convergenten polarisirten Lichte ein Axenbild, das unzweifelhaft der rhombischen Symmetrie entspricht; Quarz konnte es demnach auf keinen Fall sein. Das Gestein wurde nun einer chemischen Untersuchung unterworfen. Der Kalk wurde durch heisse Essigsäure ausgezogen und der unlösliche Rückstand mit heisser Salzsäure behandelt. Das helle Mineral löste sich darin, wenn auch nicht sehr rasch, aber vollkommen auf, unter Abscheidung gelatinös-flockiger Kieselsäure, während die grünen Octaëderchen als dunkler Sand ungelöst zurückblieben und durch Ausziehen der Kieselsäure mittelst Natronlauge isolirt wurden.

Sie stellten ein grünes, isotropes Pulver dar, ohne fremde Beimischungen; das farblose Mineral, von welchem G. vom Rath nur festgestellt hatte, dass es durch Essigsäure nicht gelöst wird, war also durch Salzsäure vollkommen in Lösung gegangen und konnte demnach kein Quarz sein. Die Analyse wurde bei zwei verschiedenen Kalkblöcken mit mikroskopisch ganz der gleichen Zusammensetzung ausgeführt; der eine (I) bildete den Grund für Mejonitkrystalle, der andere (II) trug als Drusenausscheidung Anorthit. Die angewandte Substanz betrug im ersteren Falle, nach Abzug des unlöslichen Spinellrückstandes, 1·871 Gramm, im zweiten 1·657 Gramm.

	I		II	
$SiO_2$ . . . . .	41·09	Procent	41·85	Procent
$MgO$ . . . . .	52·51	"	56·17	"
$FeO$ . . . . .	3·80	"	1·07	"
$Na_2O$ . . . . .	0·30	"	0·12	"
$K_2O$ . . . . .	0·18	"	0·40	"
Glühverlust . . . . .	0·24	"	0·19	"
	98·12		99·80	

Die Analyse ergibt also unzweifelhaft, dass das helle Mineral kein Quarz, sondern ein Glied der Olivingruppe ist, das in Berücksichtigung seines ausserordentlich geringen Eisenoxydulgehaltes (in dem einen Falle bloß 1·07 Procent!) als die Varietät Forsterit zu betrachten ist.

Charakteristisch ist hierbei der in beiden Fällen auftretende, wenn auch geringe Alkaliengehalt, denn sicher ist anzunehmen, dass er in der Forsteritsubstanz steckt, da sich kein anderes Mineral neben der letzteren nachweisen lässt, das vielleicht mit in Lösung gegangen wäre und den Alkaliagehalt verursacht hätte.

Höchst eigenthümlich ist es jedenfalls, dass ein derartiges, vollkommen kalkfreies Mineral (in beiden Fällen war keine Spur von  $CaO$  nachzuweisen, auch G. vom Rath gibt dasselbe an) sich mitten im Kalk, der im vorliegenden Falle nur Spuren von Magnesia enthielt, ausscheiden konnte; viel weniger würde es uns Wunder nehmen, wenn das Mineral vielleicht Monticellit gewesen wäre, oder irgend eine andere kalkhaltige Substanz.

Zugleich ergibt das Analysenresultat, dass Periklas nicht vorhanden sein kann, denn dann müsste man, da dies Mineral in Salzsäure löslich ist, einen viel höheren Magnesiagehalt erwarten und vor allen Dingen Procentzahlen, die nicht ein derartig constantes Verhältniss aufweisen.

Da auch einige andere Handstücke ein negatives Resultat in Bezug des Auftretens von Periklas ergaben, indem der  $SiO_2$  Gehalt des in  $HCl$  löslichen Theiles immer circa 41 Procent betrug, so ist wohl anzunehmen, dass dies Mineral überhaupt nicht als Gemengtheil der Grundmasse der Kalkblöcke, sondern als Drusenausscheidung, wie die grösste Zahl der anderen Minerale, auftritt, und dass die in dem Kalkkern sitzenden regulären Kryställchen nur dem Spinell angehören. Diese grünen Octaederchen zeigen ausserdem nirgends

Differenzen, die eine Betheiligung von zwei verschiedenen Substanzen in demselben Block anzunehmen erlaubten.

Die Angabe Lösch's, dass der Forsterit in Salzsäure unlöslich sei, dürfte ebenfalls, auf vorliegenden Analysen fussend; dahin eine Berichtigung erfahren, dass sich das Mineral zwar nicht allzuleicht, aber nach längerer oder kürzerer Zeit vollkommen in Salzsäure löst. Ja sogar bei längerem Erhitzen mit Essigsäure gehen merkliche Theile in Lösung, weshalb es gerathen ist, bei Entfernung des kohlen sauren Kalkes die Essigsäure nicht allzulange einwirken zu lassen.

Das als Forsterit erkannte Olivinmineral ist in abwechselnden Zonen dem marmorartigen Kalkstein eingelagert, so dass auf ein Calcitband immer ein Olivinband folgt und auf dieses wieder ein Calcitstreifen etc. Immer sind auch die Olivinstreifen die hauptsächlichsten Träger der Spinelle.

Bei genauerem Betrachten geben sich die Zonen auch makroskopisch zu erkennen. Durch Abwechseln von matten und glänzenden Streifen; die glänzenden Streifen repräsentiren hierbei die Calcit-, die matten die Forsteritlagen. Doch existirt eine vollkommen scharfe Trennung zwischen den beiden Zonen durchaus nicht, ja bisweilen kann die Zonenstructur ganz verschwinden.

Im Falle eine Druse vorhanden ist, trübt sich nach deren Rande zu die Masse, die Körner von Forsterit und Calcit treten zurück gegen eine trübe Masse, die sicher kryptokrystalliner Kalk ist, und an ihrer Stelle treten winzige polarisirende Blättchen auf, die immer mehr überwiegen und endlich ganz ausschliesslich vorhanden sind. Zugleich ordnen sich diese Lamellen parallel an und zwar mit der Breitseite senkrecht gegen die Umrandung der Druse, welcher sie in jeder Unebenheit folgen, so dass bisweilen büschelförmig-strahlige Aggregate entstehen, die, je näher sie der Peripherie kommen, auch eine Zunahme der Dimension und Färbung deutlich wahrnehmen lassen und in Folge dessen auch krystallographische Bestimmung ermöglichen. Dieselbe ergibt nun, dass diese Blättchen Glimmer sein müssen, in Anbetracht ihrer lebhaften Polarisation, des starken Dichroismus, der vollkommen monotomen Spaltbarkeit, der geraden Auslöschung in den Längsschnitten und des flimmernden Reflexes, den dieselben bei Einstellung auf Dunkelheit geben.

Schon G. vom Rath hat dasselbe auf chemischem Wege gefunden, indem er, von der Voraussetzung ausgehend, dass diese

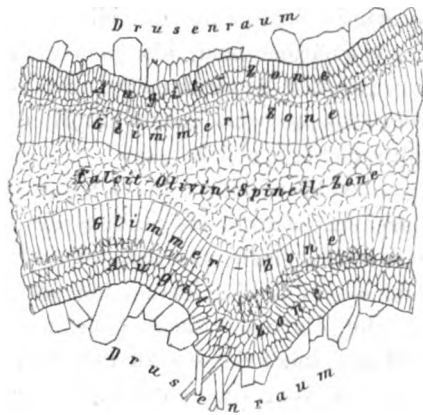
faserigen Gebilde Wollastonit seien, dieselben analysirte.<sup>1)</sup> Er folgerte aus dem Analysenresultat ganz richtig, dass das Mineral *Magnesia-glimmer* sein müsste, ohne jedoch diese, an einem Block gemachte Feststellung zu verallgemeinern; und verallgemeinert muss sie werden, denn dieser Rand tritt stets da auf, wo ein Kalkblock in Drusen oder an der Oberfläche ausgeschiedene Krystalle aufweist. Makroskopisch stellt er sich allerdings dem Auge bisweilen nur als äusserst feiner gelblicher Streifen dar, aber mikroskopisch ist er stets nachzuweisen.

Doch bildet der Glimmer immer noch nicht die eigentliche Drusenwandung, sondern auf ihm lagert stets eine, wenn auch bisweilen ausserordentlich zarte augitische Zone, deren Individuen dieselbe Stellung aufweisen, wie die Glimmertäfelchen. Sie meldet sich schon in dem Ausgehenden der Glimmerzone an, indem zwischen den Glimmerblättchen, zuerst einzeln, dann immer zahlreicher, Augitkörnchen eingestreut liegen, bis sie den Glimmer endlich ganz verdrängen und die Zone allein zusammensetzen. (Fig. 1.)

Fig. 1.

Auf diesem Augitgrunde sitzen dann erst die in Drusen ausgeschiedenen Minerale, wie Anorthit, Leucit, Mejonit, Hauyn etc.

Bisweilen zeigt ein Block 2 Seiten mit aufsitzenden Krystallen, und dann sind die beschriebenen Zonen ganz auf gleiche Weise und symmetrisch von der Mitte aus nach den Drusenwandungen zu angeordnet. Wenn der Kalkkern in der Mitte sehr schmal ist, lassen sich unter dem Mikroskop dann beide Zonensysteme zu gleicher Zeit übersehen. Wir finden also in den Kalkblöcken dieselbe, schon früher, pag. 116, hervorgehobene Anordnung der Gemengtheile, nur dass dieselbe in den Silicatblöcken schon makroskopisch zu Tage tritt.



<sup>1)</sup> G. vom Rath, Mineralogische Mittheilungen. Pogg. Ann., CXLVII, pag. 268.

Noch mehr fällt die Conformität zwischen Kalk- und zonar struirtten Silicatblöcken in die Augen, wenn wir uns aus den Zonen eines solchen silicatreichen Blockes Dünnschliffe verfertigen. Wir haben dann genau dasselbe Bild, wie es in den Kalkblöcken beschrieben ist, nur dass hier alles viel gröberkrystalline Ausbildung zeigt und daher bedeutend leichter zu identificiren ist; auch tritt der Calcit als Gemengtheil stark zurück, ohne jedoch vollkommen zu fehlen. Kurz diese zonar struirtten Silicatblöcke sind mit den Kalkblöcken identisch ihrem ganzen Wesen nach und demnach als Kalkblöcke aufzufassen, die nur in viel stärkerem Grade metamorphosirt worden sind; an Uebergängen zwischen beiden fehlt es ebenfalls nicht.

Der am weitesten von der Druse entfernte Theil wird in den zonal aufgebauten Silicatblöcken gebildet von einem Aggregat, wesentlich aus Olivin, der hier diesen Namen eher verdient, da er bedeutend eisenreicher ist, als in den Kalkblöcken, auch eine licht-röthliche Farbe besitzt. Dazwischen stecken Körner von Calcit, vereinzelte Glimmerkrystalle und meist Spinell. Diese Region geht allmählig nach aussen, nach der Drusenwand zu, in eine reine Glimmerzone über und auf dieser sitzt die augitische. Auch ist charakteristisch, dass die Minerale im Innern meist heller gefärbt, d. h. eisenärmer sind, als nach dem Rande zu, so macht besonders der Augit von Aussen nach Innen häufig gleichsam eine Läuterung durch, die so weit gehen kann, dass zuletzt fast farblose Augite resultiren.

Sowohl Glimmer als auch Augit zeigen stets die gegen die Umgrenzung senkrechte Stellung der Individuen. Bisweilen schneiden die Zonen scharf gegeneinander ab, an anderen Stellen wiederum gehen sie allmählig ineinander über.

Die einzelnen Zonen besitzen ganz verschiedene Mächtigkeit, von Millimeterstärke bis zu mehreren Centimetern und darüber, auch kommt es vor, dass besonders die centrale Olivinpartie ganz zu fehlen und die Mitte einer zwischen zwei Drusen eingeschalteten Scheidewand nur von Glimmer gebildet zu sein scheint; aber unter dem Mikroskop lässt sich dann immer nachweisen, dass dennoch zwischen dem Glimmer mehr oder weniger Olivin sitzt.

Drusenfreie Blöcke, die wesentlich aus Glimmer oder Augit bestehen (seltener sind die reinen Olivinaggregate) stellen, sofern sie sich nicht als isolirte Drusenmaterialien qualificiren, einfach

losgerissene Stücke aus den einzelnen Zonen dar, die sicher da, wo diese metamorphosirten Massen anstehen, auch noch grössere Dimensionen annehmen.

Ganz anders als die bisher beschriebenen sind die Sanidinblöcke; hier kann man keinen inneren Kern, keine Zonen unterscheiden, sondern das Ganze stellt ein granitähnliches, grobkörniges Gemenge gewöhnlich von Eisspath, Nephelin, Sodalith und Granat dar, mit eingestreuten schwarzen Hornblendeprismen, ohne irgend welche symmetrische Anordnung dieser Minerale.

Eine scheinbare Gliederung der Blöcke entsteht meist dadurch, dass sich dunkelgrüne Bänder, zwischen den klaren Sanidinmassen einschalten; sie bestehen wesentlich aus dunklem Glimmer, Augit und schwarzer Hornblende, wobei bald der eine, bald der andere Gemengtheil vorwaltet. Doch sind sie nicht im Entferntesten zu vergleichen mit den Zonen der Kalk- und der ihnen analog aufgebauten Silicathblöcke, da sie keinen symmetrischen Bau zeigen, auch, auf Sanidin als Untergrund aufsitzend, ihre Krystallenden nur nach einer Richtung, und zwar wiederum in Sanidin hinein erstrecken. Auch verlaufen sie ganz unregelmässig, bisweilen fast gekrümmte gewundene Partien darstellend, zeigen vor allen Dingen, so oft sie vorkommen und in wie verschiedenen Horizonten, immer genau denselben Habitus, und, was sie am meisten unterscheidet von den Zonen der Kalkblöcke, die Krystalle des Eisspaths richten sich in ihrem Aufbau nicht nach diesen Zonen, sondern diese formen sogar häufig den Untergrund ab, auf dem sie lagern. Endlich ist das Auftreten der Hornblende, die sich nie in der Grundmasse der mit den Kalkblöcken zusammenhängenden Aggregate findet, sowie andererseits das Fehlen des Olivins so charakteristisch, dass eine Verwechslung dieser, obendrein meist schmalen bandartigen Zonen mit denen der Kalkblöcke wohl kaum möglich ist.

Wie schon oben erwähnt, ist der Granat ein constanter Gemengtheil der Eisspathblöcke und durch Ueberhandnehmen dieses Gemengtheiles entstehen die reinen Granatblöcke. Dieselben enthalten aber immer neben dem Granat auch Vesuvian, der sich in diesen Aggregaten gewöhnlich durch seine grünliche Farbe auszeichnet. Durch Wachsen des Vesuvianantheils gehen die Granatblöcke wiederum in Vesuvianaggregate über, so dass diese letzteren demnach auch mit den Sanidinblöcken in Verbindung gebracht werden



müssen, obgleich der Sanidin darin nur sporadisch vorkommt. Auf diese Weise lässt sich noch der Uebergang nach verschiedenen anderen Richtungen feststellen. Wenn z. B. die im Eisspath auftretenden dunkelgrünen Zonen grössere Dimensionen erreichen und blockbildend auftreten, so erhalten wir Aggregate von Hornblende, Augit und Glimmer, die sich, abgesehen von ihrer dunkleren Farbe und dem Hornblendegehalt, von den aus Augit und Glimmer zonar struirten Silicatblöcken dadurch unterscheiden, dass sie andere Minerale, wie Sodalith, Granat, Vesuvian, Nephelin, Eisspath etc. als wirkliche Gemengtheile enthalten, ohne durch eine Contactzone gegen dieselben abgegrenzt zu sein, auch wenn sich dieselbe nur durch eine, senkrecht gegen den Rand gerichtete Parallelstellung der Augit- und Glimmerindividuen documentirte.

Der Vesuvian ist nun ein Mineral, welches sehr häufig in schönen Krystallen in den Drusenräumen der Kalkblöcke sitzt und nicht nur compacte Massen bildet; bei ihm ist es wohl ausser Zweifel, dass er demnach auch in seinen blockartigen Varietäten als Drusen-, respective vielleicht Spaltenausfüllung der Kalkblöcke betrachtet werden muss. Da wir indessen oben gesehen haben, dass Granat- und Sanidinblöcke als ihrem Wesen nach identisch zu betrachten sind mit den Vesuvianblöcken, so müssen wir die Folgerung, dass diese letzteren Massen das Material der Drusen bilden, auch auf jene erstgenannten ausdehnen, obgleich dies mit der bisherigen Ansicht wohl etwas im Widerspruch steht, da man gewöhnt war, die Eisspathblöcke als etwas ganz selbstständiges zu betrachten, das nichts mit dem Wesen der anderen zu thun habe.

Sodalith, Nephelin und Granat, diese typischen Gemengtheile der Sanidinblöcke sitzen ziemlich häufig in den Drusenräumen der Kalkblöcke, seltener der Sanidin selbst, doch auch dies kommt vor. Ausserdem bildete bei einem mir vorliegenden typischen Sanidinaggregate ein in Silicate metamorphosirter Kalkblock mit der bekannten zonenartigen Anordnung der Gemengtheile den Untergrund.

Dass der Eisspath bisweilen scheinbar eine schmale periphere Zone an den Blöcken zu bilden scheint, beruht wohl darauf, dass die gewöhnlich ausserordentlich lockeren Eisspathmassen beim Auswurf abbröckelten bis auf einen schmalen Streifen, der, besonders wenn er noch secundär anhaftende Tuffreste enthält, zu der Täuschung wohl Veranlassung geben kann, als sei der Sanidin der Untergrund

der Augit-Glimmer-Olivin-Aggregate, wie es unter Anderen G. vom Rath in seiner „Analyse des gelben Augits vom Vesuv“ <sup>1)</sup> angenommen zu haben scheint.

Bei den meisten, bis jetzt nicht erwähnten, anderen Mineralen, die in den Auswurfsblöcken vorkommen, leuchtet es wohl eher ein, dass sie nur Ausscheidungen in Drusenräumen sind, da sie ja blockbildend nur äusserst selten auftreten.

Die allgemeine Regel, dass ein Mineral entweder nur in Drusen, oder nur als Gemengtheil der eigentlichen Kalkblockmasse auftritt, erfährt, ausser bei Glimmer und Augit, nur noch beim Apatit und wenigen anderen eine Ausnahme.

Durch Fumarolenthätigkeit metamorphosirte Lavabruchstücke können natürlich nicht unter den bisher gegebenen Gesichtspunkten behandelt werden, sondern sie besitzen, gemäss dem Ursprungsmaterial auch einen anderen Habitus, ohne deswegen sich etwa durch eigene Mineralspecies vor den metamorphosirten Kalkblöcken zu charakterisiren; doch lassen sich wohl kaum bestimmte Gesetze über deren Zusammensetzung aufstellen. Wie schon früher gesagt, sind derartige metamorphosirte Laven ziemlich selten.

Zum Schluss sei es mir gestattet, die bis jetzt gewonnenen Resultate kurz zusammenzufassen: 1. Alle Kalkblöcke zeigen nach den Drusen zu eine gesetzmässige zonare Anordnung ihrer Gemengtheile; 2. alle Kalkblöcke enthalten Silicate, die mit denen der zonarstruirten Silicatblöcke identisch sind, und da diese letzteren denselben Bau zeigen, wie die Kalkblöcke, so sind sie als mit den Kalkblöcken identisch aufzufassen; 3. Sanidin-, Granat-, Vesuvian- etc. Blöcke sind Drusenausfüllungen.

### **Beschreibung der in den Blöcken auftretenden Minerale.**

Wenn wir die einzelnen in den Blöcken enthaltenen Minerale näher in's Auge fassen, so gebührt wohl dem Calcit die erste Stelle, da er hauptsächlich den Grund zur Neubildung der meisten anderen gegeben hat. Der Kalkspath bildet den Hauptbestandtheil der typischen Kalkblöcke, doch tritt er fast stets auch, wie man unter dem Mikroskope leicht nachweisen kann, in den Olivinpartien

---

<sup>1)</sup> Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 29. Juli 1875, pag. 538.

der zonar struirtten Silicatblöcke auf, nur dass er da gegen den Olivin bedeutend zurücksteht, ja auch ganz fehlen kann; doch überwiegt auch in den sogenannten Kalkblöcken bisweilen der Forsterit vor dem Calcit, ja es kommen fast reine Forsterithblöcke vor.

Ausserdem tritt der Kalkspath noch in den Drusen auf und bildet mit den verschiedensten Mineralen Gemenge. So bestand ein Block aus einem grosskörnigen Gemenge von Calcit, Sodalith, Augit, Glimmer, Vesuvian und einem stark zersetzten Minerale, jedenfalls Aporthit. Das Ganze ist nicht etwa als ein metamorphosirter Kalkblock zu betrachten, sondern als ein aus einem grösseren Hohlraum oder einer Spalte losgelöstes Aggregat, wofür der ganze Habitus spricht, da erstens keine zonenartige Anordnung zu erkennen ist, zweitens der Olivin vollkommen fehlt und drittens der Kalkspath mit Mineralen, die sonst nirgends in der Grundmasse auftreten, zusammen vorkommt: wohl aber finden wir in Drusen den Calcit isolirt neben jenen Mineralen, mit denen er hier ein körniges Gemenge bildet.

Charakteristisch und höchst eigenthümlich ist es, dass der Kalkspath, wo er in den Drusen sitzt, nie Krystallumrisse zeigt, sondern stets in abgerundeten Körnern, die wie abgeschmolzen aussehen, vorkommt.

An keinem einzigen der mir vorliegenden Calcitkörner war es möglich, auch nur annähernd zu bestimmen, was wohl dem runden Gebilde für eine Krystallgestalt zu Grunde gelegen habe.

Der Sodalith und einige andere Minerale treten in ganz ähnlichen abgerundeten Körnern auf, doch erkennt man hier stets noch das zu Grunde liegende Rhombendodekaëder.

Dass diese kugeligen Gebilde wirklich krystallographisch individualisirt sind, ersieht man aus der einheitlichen Spaltbarkeit, die das Korn durch seine ganze Masse aufweist. An eine Abschmelzung der Krystalle ist hierbei wohl kaum zu denken, da es noch nicht gelungen ist, kohlensauen Kalk zum Schmelzen zu bringen, das einzige, was übrig bleibt, ist eine Corrodierung durch Säuren; es ist dies ja bei einem Vulkan durchaus nicht unwahrscheinlich.

Unter dem Mikroskop zeigt der Kalkspath in den bei weitem meisten Fällen vollkommen homogene, einschlussfreie, wasserklare Substanz, durchzogen von den rhomboëdrischen Spaltungsrichtungen,

längs denen gewöhnlich Interferenzerscheinungen auftreten. Diese Spaltbarkeit in Verbindung mit der grauweißen Polarisationsfarbe ist so charakteristisch, dass eine Verwechslung mit anderen farblosen Mineralen wohl kaum möglich ist.

Der die Kalkblöcke bildende Calcit hält häufig Forsteritkörner und Spinelloctaëderchen eingeschlossen; in den aufsitzenden Krystallkörnern liegen ab und zu Augit, auch Glimmer, Apatit, Anorthit etc., auch Gasporen sind keine allzuseitene Erscheinung.

Höchst eigenthümlich sind Einschlüsse von mit Salz gesättigten Flüssigkeiten und Glaseinschlüsse; letztere sind bis jetzt wohl überhaupt noch nicht im Kalkspath beobachtet worden. Sie treten zwar äusserst selten auf, beide wurden nur in je einem Block wahrgenommen, aber ihre Natur kann nicht bezweifelt werden.

Die Flüssigkeitseinschlüsse enthalten stets würfliche Krystalle ausgeschieden, und zwar bisweilen in solcher Menge, dass sie fast drei Viertel des Hohlraumes erfüllen. Die Würfel sind jedenfalls, analog denen in anderen Mineralen, z. B. im Anorthit und Sodalith, wo die Solutionen chemisch untersucht wurden, Kochsalz. Die Einschlüsse enthalten neben den Chlornatriumwürfeln meist noch ein Bläschen, das, in Folge der hineinragenden Krystallenden häufig nicht kuglig umgrenzt ist, auch kommt es vor, dass das Bläschen ganz fehlt und der Inhalt nur aus einem Aggregat von Kochsalzwürfeln zu bestehen scheint.

Die Einschlüsse besitzen gewöhnlich rundliche oder ovale Umrisse und sind in Streifen angeordnet, vermengt mit Gasporen. Ihre durchschnittliche Grösse beträgt 0.012 Millimeter, die der Würfel bis 0.004 Millimeter.

Am interessantesten sind jedenfalls die Glaseinschlüsse (Fig. 2). Der Block, in dem der glashaltige Calcit steckte, war ein Kalkblock mit aufsitzenden, wasserklaren Mejonit- und Sodalithkrystallen, sowie Augit und Glimmer, ohne Spuren amorpher Zwischensubstanz. Der Block hatte bis auf ein auffallend marmorähnliches Ansehen nichts besonderes an sich. Im Dünnschliff zeigte es sich, dass die Zonenstruktur der echten Kalkblöcke zwar vorhanden, aber doch nicht in der typischen Ausbildung, auch trat der Forsterit nur sehr spärlich auf.

Fig. 2.



Von den Gemengtheilen dieses Blockes enthielten Glaseinschlüsse der Sodalith, Augit, Mejonit, was bei diesen Mineralen ja weniger auffallend sein dürfte, und genau die gleichen Einschlüsse wie in den genannten Mineralen, stecken auch im Calcit. Das Glas besitzt überall eine hell flaschengrüne Farbe und ist vollkommen klar, ohne irgend welche Entglasungsproducte. Die Gestalt ist meist rundlich, bisweilen spindelartig, welche Form von der eingelagerten Libelle dann nicht selten nachgeahmt wird. Das Bläschen ist oft so gross, dass der eigentliche Glaskörper nur einen schmalen Saum um dasselbe bildet, doch sinkt auch das Bläschen zu grosser Kleinheit herab. Ein Einschluss enthält auch wohl zwei Libellen, oder die Bläschen besitzen, wie schon erwähnt, keine kugelige, sondern spindelförmige, auch ovale oder birnenförmige Gestalt. Die Einschlüsse erreichen relativ beträchtliche Grösse: bis 0.024 Millimeter im Durchmesser.

Wie kommen nun jene Einschlüsse in den Kalkspath? Für secundäre Glaseinschlüsse nach dem Vorgange von Arthur Becker<sup>1)</sup> und K. v. Chrustschoff<sup>2)</sup>, als durch spätere Frittung entstanden, kann man sie wohl kaum ansehen; dagegen spricht der marmorähnliche, nicht im Entferntesten eine Corrosion zeigende Habitus des Gesteins, das Fehlen jeder fremden Glasbasis, überhaupt jedes einstmals gluthflüssig gewesenen Materials, welches secundär in den, an Hohlräumen durchaus nicht armen Block eingedrungen sein könnte. Auch das Aussehen der Einschlüsse selbst erinnert nicht an eine secundäre Bildung, auch besteht wohl keine unmittelbare Analogie mit den secundären Glaseinschlüssen in den Contactmineralen körniger Kalke. Es bleibt nur die eine Annahme übrig, dass der Kalkspath bei seiner Bildung jene Glaskörper eingeschlossen habe, d. h. dass er unter Gegenwart eines feurig flüssigen Magmas auskrystallisirte. Dass durch die Glühhitze die Kohlensäure nicht ausgetrieben wurde, ist wohl nur dadurch zu erklären, dass ein enormer Druck ein Entweichen derselben verhinderte.

Der vesuvische Calcit bildet nie Zwillinge nach  $\frac{1}{2}R$ , wie sie in den Gesteinen so häufig sind, sondern stets einheitliche Körner; auch in kryptokrystallinen Massen, sowie secundär in Spalten

<sup>1)</sup> Z. d. D. geol. Ges., Bd. 33, 1881, pag. 39.

<sup>2)</sup> Ueber secundäre Glaseinschlüsse in den Gemengtheilen gefritteter Gesteine. Diese Mitth. 1882.

abgeschieden, ferner als Zersetzungsproduct anderer Minerale, z. B. des Anorthits, Mejonits etc. tritt er auf, doch bietet diese Art des Vorkommens durchaus nichts bemerkenswerthes dar.

Dasjenige Mineral, welches uns bei der Betrachtung der Somma-  
blöcke wohl am ersten, sowohl durch sein constantes, als auch massenhaftes und verschiedenartiges Auftreten in's Auge fällt, ist der Augit. Man kann annehmen, dass er in keinem Blocke ganz fehlt; auch wenn er makroskopisch nicht vorhanden zu sein scheint, mikroskopisch ist er sicher noch in einigen Körnchen nachzuweisen.

Wo er den Block der Hauptsache nach zusammensetzt, da bildet er entweder granitisch körnige, auch sandsteinähnliche Gemenge oder dichte, hornsteinähnliche Aggregate, in welchen letzteren dann meist grössere Augite oder andere Minerale porphyrartig ausgeschieden sind. In den Kalkblöcken stellt er, wie schon erwähnt, die Auskleidung der Drusenwandungen dar, nur ganz selten kommt es vor, dass Krystalle auf der Glimmerzone direct aufsitzen.

Der Augit ist in verschiedenen Varietäten in den Blöcken vertreten: als Diopsid bildet er in prismatischen Krystallen die Begrenzung der Kalkblöcke, Fassait-ähnliche Krystalle sitzen bisweilen in den Drusenräumen, und die in den Eisspathblöcken auftretenden Pyroxene müssen wohl dem gewöhnlichen Augit zugerechnet werden, doch ist eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Varietäten kaum zu ziehen, da sich alle möglichen Uebergänge vorfinden.

Nicht selten treten verschiedene Augitvarietäten in einem und demselben Block auf, wie es z. B. G. vom Rath in seiner „Analyse des gelben Augits vom Vesuv“ <sup>1)</sup> beschreibt: „Recht bemerkenswerth ist es wohl, dass in dieser Bombe der Augit in drei verschiedenen Farben und Ausbildungsweisen vorkommt: schwarz als Gemengtheil des die äussere Hülle bildenden Sanidingesteins, grün in der zweiten die eigentliche Drusenwandung bildenden Zone, endlich lichtgelblich in den das Innere erfüllenden Gemengen. Es scheint gleichsam eine Läuterung, eine Veredlung von der äusseren Zone nach dem Inneren unseres Auswürflings stattgefunden zu haben.“

Der Augit welcher im Innern der aus dem Kalk hervorgegangenen Blöcke sitzt, ist grün in allen Nuancen bis fast vollkommen farblos; braune Färbung, wie sie in den jungeruptiven Gesteinen so häufig ist, tritt nur sehr selten auf, ebenso ist die oben erwähnte gelbliche

<sup>1)</sup> Monatsber. d. kgl. Acad. d. W. zu Berlin. 29. Juli 1875, pag. 538.

Abart nicht allzuhäufig, und die dunklen bis schwarzen Varietäten sind nur auf die Sanidinblöcke beschränkt.

Der Augit bildet überall da, wo er frei auskrystallisiren konnte, schöne Krystalle, die von beträchtlicher Grösse bis zu den zierlichsten Gebilden herabsinken. Auch zeigen dieselben meist normale ebenflächige Bildung, selten finden sich Krystalle mit drusiger oder corrodierter Oberfläche, mit abgerundeten Kanten und Ecken, oder verzerrten Gestalten. Bisweilen kommt es vor, dass die Krystalle mit einem weissen oder bräunlichen Ueberzug versehen sind, der auch in die Spalten eindringt und nicht etwa ein Zersetzungsproduct des Augits ist, sondern nur secundär abgelagerter, durch Eisenoxyd gefärbter Kalk.

Die Formen, in denen der vesuvische Augit krystallisirt, sind von bewährten Forschern schon so eingehend studirt worden, dass es wohl überflüssig ist, auf dieselben näher einzugehen. Was die chemische Zusammensetzung anbetrifft, so ist dieselbe ebenfalls schon mannigfach untersucht worden, so von Dufrénoy<sup>1)</sup>, Rammelsberg<sup>2)</sup>, G. vom Rath<sup>3)</sup> u. A. Die bei weitem grösste Masse des vesuvischen Pyroxens gehört nach diesen Analysen dem Diopsid an, auch ein Theil der in den dunklen Bändern der Eisspathblöcke auftretenden Augite muss hierher in Folge seiner lichtgefärbten eisenarmen Substanz gerechnet werden.

Die Umgrenzung der Augite ist auch in den Aggregaten immer eine, wenn auch bisweilen undeutliche, krystallographische, wirklich körnige Gemenge kommen selten vor. Trotzdem sind Anomalien in der Ausbildung nicht ausgeschlossen, ja die Corrosion der Krystallgestalt kann in seltenen Fällen soweit gehen, dass nur noch gleichsam Krystallskelette, wie sie beim Granat häufig sind, übrig bleiben; das Innere ist meist mit Sanidinkörnern erfüllt, die ohne irgend welche Beziehung zu dem Krystall eingebettet zu sein scheinen. Schalenförmiger Bau, wobei die verschiedensten Farbennuancen neben einander auftreten, ist nicht selten. Zwillinge nach  $\infty P$  kommen vor, aber nicht häufig.

Die Spaltbarkeit nach  $\infty P$  ist immer gut entwickelt und bildet durch ihren charakteristischen Verlauf, in Verbindung mit der stark

<sup>1)</sup> Mém. p. serv. à une descr. geol. de la Fr. IV, 379.

<sup>2)</sup> Pogg. Ann. 49, 378.

<sup>3)</sup> Acad. d. W. zu Berlin 1875, 538.

schiefen Auslöschung, das beste Unterscheidungsmerkmal von anderen, ähnlich beschaffenen Mineralen.

Zu der Spaltbarkeit nach  $\infty P$  tritt nicht selten noch deutlich eine zweite nach einem verticalen Pinakoid hinzu, die sicher in Berücksichtigung der beim Diopsid häufig auftretenden klinodiagonalen Spaltbarkeit, als solche auch hier in Anspruch genommen werden kann. Sie bildet absetzende gerade Risse, die quer die Hauptspaltensysteme durchschneiden.

Die optischen Verhältnisse sind die gewöhnlichen, nur zeigt sich an manchen dunkler gefärbten Varietäten, besonders den bräunlichen ein ziemlich starker Pleochroismus. Die Auslöschungsschiefe scheint meist nicht über  $40^\circ$  hinauszugehen, nur die dunkleren Varietäten überschreiten bisweilen diesen Werth.

Mikroskopisch gewähren die Augite durchaus nicht so ein klares, homogenes Bild, wie man es nach dem äusseren Habitus vielleicht erwarten sollte, sondern zeigen sich in der Regel mit mehr oder weniger Einschlüssen erfüllt und durch fremde Minerale verunreinigt. Die Einschlüsse bestehen theils aus Flüssigkeiten, theils aus Gas. Am häufigsten jedoch stellen sich trübe, fetzen- und lappenartig gestaltete Partien ein, und nehmen bisweilen so überhand, dass der Augit ein vollkommen zerfressenes Ansehen bekommt, und die an und für sich klare Augitmasse nur wie ein Gitterwerk die Einschlüsse umgibt. Welcher Art diese Gebilde sind, ist schwer zu bestimmen, jedenfalls sind es Hohlräume, in die, während der Bildung des Minerals, sich kryptokrystalliner Kalk und anderes nicht näher zu erkennendes Material ablagerte. Nicht ausgeschlossen ist vielleicht auch, dass wir es hier mit Schlackenpartikeln zu thun haben, doch liess sich etwas bestimmtes über die Natur dieser Gebilde leider nicht ermitteln.

Die typischen Gasporen weichen in nichts von dem bekannten Habitus ab. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind, ebenso wie die vorhergehenden, durch alle Augitvarietäten verbreitet. Sie erreichen nie grössere Dimensionen, besitzen stets eine Libelle und scheinen durchgehend Salzlösungen zu enthalten, da sich meist würfelförmige Ausscheidungen vorfinden, die im übrigen ganz den beim Calcit beschriebenen ähneln. Glaseinschlüsse kommen sehr selten vor und scheinen sich auf die Augite der Eisspathblöcke zu beschränken, wenigstens war es mir nicht möglich, dieselben in Pyroxenen der Augitzonen der Kalkblöcke aufzufinden.



Erschwert werden derartige Untersuchungen ungemein durch die grüne Farbe der Masse und nur ein sehr gutes Instrument kann hierbei richtige Resultate liefern.

Die Einschlüsse fremder krystallinischer Substanzen richten sich ganz nach dem Mineralgemenge, das den Augit umgibt. So sind in den Sanidinaggregaten Einschlüsse von Sanidin, Nephelin etc. häufig, in den Kalkblöcken solche von Glimmer, selten von Olivin und noch seltener (nur in einem einzigen Handstück) solche von Spinell.

Der Glimmer steht an Häufigkeit des Vorkommens dem Augit nur wenig nach, er kommt sowohl zonenbildend in den Kalkblöcken vor, als auch als Gemengtheil der die Drusen erfüllenden Aggregate, seltener jedoch in den reinen Eisspathblöcken.

Bisweilen bildet er ausschliesslich den Grund der Auswürfinge, an anderen tritt er in den, durch die senkrecht gegen die Drusenwand gerichtete Stellung bedingten, bekannten rosetten- und büschelförmigen Gebilden auf.

Die Grösse ist, wie beim Augit, eine sehr wechselnde: von porphyrischen Krystallen, die 1 Centimeter und darüber im Durchmesser aufweisen, bis zu den winzigsten mikroskopischen Schüppchen, sind alle Grössenverhältnisse vertreten. Sehr liebt es der Glimmer in den Kalkblöcken verworrene mikrofilzige Aggregate zu bilden, und erst in der Nähe der Zonengrenze ordnen sich die Blättchen dann parallel an.

Ein wesentlich aus Glimmer bestehender Block enthielt in seiner Masse erbsengrosse Gebilde, die in ihrem Aussehen an die Lithophysen mancher Porphyre erinnerten. Sie setzen sich aus helleren und dunkleren Ringen zusammen und stecken vereinzelt in der Glimmermasse.

Unter dem Mikroskop zeigt es sich nun, dass diese Kugeln ebenfalls nur aus Glimmer bestehen, und zwar ist derselbe vollkommen identisch mit demjenigen der Grundmasse, nur ist er viel feinblättriger und erinnert durch seine Anordnung lebhaft an die Glimmerzonen der typischen Kalkblöcke, und vielleicht sind die Gebilde auch nur gleichsam embryonale Drusenräume, vielleicht aber auch auf contact-metamorphische Bildung zurückzuführen. Die dunklen Ringe entstehen dadurch, dass sich in den Glimmerblättchen zahlreiche winzige Hohlräume, sowie zwischen den Blättchen schmutzgraue Partikel einstellen; die hellen Ringe dagegen bestehen aus

einem normalen einschlussfreien Aggregat dieser kleinen, meist radiär angeordneten Schüppchen. Die Mitte wird gebildet von einem ganz regellosen wirren Aggregat von Glimmerkryställchen, die aber vollkommen identisch mit denen der concentrischen Ringe sind. Dadurch dass die Kugelschalen nicht so regelmässige Bildung aufweisen, sondern dass sie häufig nur bruchstückweise auftreten, entsteht jener lithophysenähnliche Habitus.

Die frei aufsitzenden Glimmerblätter besitzen scharf sechseitige Umrandung, auch an den zu Aggregaten vereinigten ist dieselbe theilweise gut erhalten. Die Flächen zeigen im Gegensatz zu den Kanten nicht so regelrechtes Wachsthum, und sind, besonders an den freien Krystallen, nicht selten treppenförmig eingesenkt. Diese Einsenkung kann soweit gehen, dass in der Mitte ein vollkommenes Loch entsteht, und der Krystall gleichsam nur als sechseitiger Rahmen erhalten ist. Zwillinge nach  $\infty P$  mit basischer Verwachsung kommen nicht selten vor, doch nur bei frei auskrystallisirten Individuen. „Mit Zwillingbildung nicht zu verwechseln ist ein treppenförmiges Alterniren der Randflächen, wie es am vesuvischen Biotit häufig vorkommt.“<sup>1)</sup>

Die Farbe des Vesuvglimmers wechselt ausserordentlich; es gibt auf der einen Seite fast vollkommen farblose, auf der anderen fast schwarze, doch ist die am häufigsten auftretende Färbung das Grün in den verschiedensten Abstufungen, auch gelbe und braune Töne fehlen nicht. Nach Tschermak<sup>2)</sup> „sind die fast farblosen und die gelben Krystalle bald mehr säulenförmig, bald auch tafelförmig. Sie zeigen in den Zonen der Randfläche gewöhnlich Streifung und vielfache Flächenwiederholung, dazu kommt öfters einfache oder wiederholte Zwillingbildung. Die Krystalle sind ziemlich flächenreich, werden aber hierin von den braunen übertroffen, von welchen die hellbraunen denselben Typus, wie die gelben tragen, während manche dunkelbraune wie rhombische Tafeln erscheinen. Die dunkelgrünen Krystalle sind gewöhnlich flächenärmer und tragen öfter den langsäulenförmigen Typus. Die schwarzen Krystalle haben dieselben Flächen und sind gewöhnlich tafelförmig.“ Dieser allgemeinen krystallographischen Charakteristik ist wohl kaum noch etwas hinzuzufügen.

<sup>1)</sup> G. vom Rath, Ein merk. Glimmerkr. v. Vesuv. Pogg. Annal. 1876. Bd. 155, pag. 422.

<sup>2)</sup> Tschermak, Z. f. Kr. u. Min. 1878.

Die chemischen Analysen, im Verein mit den optischen Untersuchungen, haben dargethan, dass alle Vesuvglimmer Magnesiaglimmer sind, und zwar Meroxen. „Doch lässt der ab und zu auftretende Fluorgehalt vermuthen, dass dies doch vielleicht nicht ausschliesslich Geltung besitze, sondern dass ein Theil vielleicht Phlogopit sei“<sup>1)</sup>; auch theilt unter Anderen F. Berwerth eine Analyse mit, die recht von der sonstigen Zusammensetzung des vesuvischen Meroxens abweicht. Ferner lassen z. B. die verschiedenen Grade der Elasticität, welche die in verschiedenen Blöcken sitzenden Krystalle aufweisen, und die nicht etwa auf eine chloritische Umwandlung zurückzuführen ist, verschiedenartige Glimmervarietäten vermuthen, ausschliesslich jedoch sicher der Muscovitreihe. Doch gelang es mir nicht, etwas Näheres darüber zu ermitteln; auch die Untersuchungen vermittelst der Schlagfiguren führten zu keinem Resultate.

Der Glimmer ist eines von den Mineralen, die ausserordentlich wenig geneigt sind, fremde Bestandtheile in ihre Masse einzuschliessen, und so zeigt auch der vesuvische Biotit für gewöhnlich vollkommen reine und klare Substanz, nur selten treten Einschlüsse auf, und zwar scheint deren Zahl im geraden Verhältnisse zu der Grösse der Blättchen zu stehen. Noch am häufigsten trifft man im Glimmer Augitkryställchen an; dieselben stellen sich sogar constant ein, wo beide Zonen zusammenstossen; ferner finden sich in dem Glimmer der Kalkblöcke Olivine oft in ziemlicher Menge, selten Spinelle, Apatite etc. Von den Einschlüssen, die keine fremde Mineralsubstanz repräsentiren, treten noch am häufigsten Gasporen auf, seltener schon Flüssigkeits-einschlüsse, auch hier wiederum mit Kochsalzausscheidungen. Glaseinschlüsse habe ich in keinem der vesuvischen Glimmer nachweisen können.

In den Glimmeraggregaten treten zuweilen Gebilde auf, die täuschende Aehnlichkeit mit Tetraëdern aufweisen, und die theils in, theils zwischen den Glimmerblättern zu stecken scheinen. In ihrem Auftreten erinnern sie unwillkürlich an die Diamant-Einschlüsse, die Jeremejew im Xanthophyllit aufgefunden zu haben glaubte, sind aber hier ebenfalls, wie in dem erwähnten Falle, nur Hohlräume, die theils dem Glimmer an und für sich angehören mögen, theils aber auch durch Zusammenstossen verschiedener Biotit-

<sup>1)</sup> Tschermak, Die Glimmergruppe. Z. f. Kr. 1878.

<sup>2)</sup> Glimmer vom Vesuv: ebenda.

blättchen unter annähernd den Winkeln des Tetraëders entstanden sind. Zerbrochene, sowie gewellte Glimmer kommen vor, aber nur bei den in Drusenaggregaten sitzenden Krystallen.

Der Glimmer ist leicht im Schliff zu recognosciren, seine eminente Spaltbarkeit, die noch bisweilen durch secundär abgelagerten Kalk oder Eisenhydroxyd hervorgehoben wird, der starke Dichroismus etc. machen eine Verwechslung fast unmöglich. Der Glimmer zeigt wohl in keinem vesuvischen Vorkommnis Zersetzungserscheinungen, dagegen fand ich eine sehr interessante Herausbildung von Augit aus Biotit in einem Block, der zu den wenigen gehörte, die eine Umwandlung älterer vesuvischer Laven repräsentiren. Ehe ich jedoch auf den erwähnten Fall näher eingehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die Zusammensetzung des betreffenden Auswürflings voranzuschicken.

Der Block bestand aus einem dichten hornsteinähnlichen Augit-aggregat. In diesem steckten scharfkantige, fremdartige Gesteinsbruchstücke, die sich deutlich durch ihre rostrothe Farbe aus der übrigen grünen Masse abhoben. Doch liessen dieselben makroskopisch keine Gemengtheile erkennen. Unter dem Mikroskope zeigte sich nun, dass diese braunen Partien ein umgewandeltes älteres massiges Gestein waren, und mit der Augitmasse des übrigen Blockes in keinem Zusammenhange standen. Die Grundmasse bestand jedenfalls aus Nephelin; sie bot ein ganz ähnliches Bild, wie es die Nephelin-basalte zeigen. In dieser klaren Masse steckten zahlreiche Körnchen von Augit, sowie in nicht geringerer Menge Nadeln von gelbgrünlicher Farbe, ohne terminale Flächen, die man beim ersten Anblick geneigt ist, ebenfalls für Augitkryställchen zu halten; doch ist dies nicht möglich, da die Stäbchen stets gerade auslöschten und immer nur schwache bläuliche Polarisationsfarben aufweisen. In Salzsäure sind sie löslich.

Die qualitative Analyse des löslichen Theiles der braunen Partien im Block ergab:  $SiO_2$  (gelatinös abgeschieden),  $Al_2O_3$  (viel),  $Fe$  (wenig),  $CaO$  (viel),  $MgO$  (wenig),  $Na_2O$  (viel),  $K_2O$  (Spuren),  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $PO_4H_3$  (ziemlich viel).

Die Analyse verweist darauf, dass das Mineral ein kalkreiches Silicat sein muss ( $Al_2O_3$  und  $Na_2O$  sind sicher zum grössten Theil auf Rechnung des mit in Lösung gegangenen Nephelins zu stellen), und es liegt die Vermuthung nahe, dass dasselbe Melilith ist, der

auch in der Augitmasse des eigentlichen Blocks einen hervorragenden Gemengtheil bildet. Ein Theil der Nadelchen ist sicher, in Berücksichtigung des hohen Phosphorgehalts, Apatit. In der Nephelingrundmasse stecken ausser den Nadelchen noch grosse, porphyrische Krystalle von Augit und braunem Biotit, die durch ihr ganzes Auftreten beweisen, dass sie keine Neubildungen sind, sondern Ausscheidungen in der alten Lava.

Die Augite sind ganz hellgrün und zeigen immer einen dunkelgrünen Rand; höchst eigenthümlich hierbei ist es, dass diese dunkle Zone, die im gewöhnlichen Lichte sich nicht scharf von der übrigen Augitmasse abhebt, bei gekreuzten Nicols eine Auslöschungsschiefe aufweist, welche die des hellen Kernes meist um  $10^\circ$  übersteigt (in einem Falle sogar  $20^\circ$ ). Es ist dies wohl kaum anders zu erklären, als dass das ursprüngliche diopsidische Mineral eine Umwandlung in gewöhnlichen Augit erfahren hat; eine periphere Anlagerung des letzteren ist deswegen nicht anzunehmen, da eine scharfe Trennungslinie nirgends existirt. Eine auffallende Erscheinung ist, dass sich um die grösseren Augitkrystalle immer ein Hof befindet von klarer Grundsubstanz, ohne eingelagerte Melilithkryställchen; erst in einiger Entfernung stellen sich die letzteren dann wieder ein.

Fig. 3.



Die porphyrischen Glimmerkrystalle zeigen überall eine Umwandlung in Augit (Fig. 3). Dieselbe gibt sich dadurch kund, dass sich rings um den Glimmer eine körnige Zone von Augit bildet, die sich immer weiter in den Krystall einfrisst und, auf den Spalten vordringend, den ganzen Krystall, unter Beibehaltung der ursprünglichen Form, in ein Aggregat von Augitkörnern umwandelt. Der Glimmer zeigt hierbei nach den Augitgrenzen zu ein Ausblassen der dunkelbraunen Farbe, die im Contact mit dem Augit bis zur Farblosigkeit sich abschwächt. Neben dem Augit finden sich noch als Umwandlungsproduct Körner von Magnet-

kies, die meist von einem braunen Eisenoxydhof umgeben sind. Die Anordnung der Augitkryställchen scheint eine ganz regellose, in

keinem Zusammenhange mit der Krystallform des Glimmers stehende zu sein. Das ist also der äusseren Erscheinung nach ein ähnlicher Vorgang, wie die kaustische Umwandlung des Biotits der Andesite und Trachyte in Augit und opake Octaëderchen; der Entstehung nach aber doch wohl verschieden.

Der Vesuvian tritt nur in den Drusen der Kalk-, respective der mit diesen in Zusammenhang zu bringenden, zonar struirten Silicatblöcke auf. Wo er als körniges Aggregat vorliegt, stellt er, wie schon früher erwähnt, nichts weiter dar, als Drusenmassen, die jetzt von ihrem einstmaligen Untergrunde losgelöst sind.

Der Vesuvian liebt es sehr, mit Granat sich zu aggregiren; man findet keinen Granatblock, der nicht einen bedeutenden Procentsatz Vesuvian enthielte, ebenso kein Vesuvianaggregat, das nicht Granatkörner umschlösse, selbst in den reinen Eisspathblöcken ist der Vesuvian gar kein so seltener Gast, am häufigsten jedoch sitzt er in schönen Krystallen in den Drusen der silicatreichen Kalkblöcke, zusammen mit Glimmer und Augit.

Die Krystalle erreichen oft bedeutende Grösse: ein in einem feinkörnigen Anorthitblock sitzender Krystall besass einen Durchmesser von über 2 Centimetern. Die Basis war bei den mir vorliegenden Krystallen fast stets mit rundlichen Höckern parquettbodenartig versehen, was eine rasche Orientirung ermöglichte. Im Ganzen sind jedoch Unregelmässigkeiten in der Krystallbildung nicht allzu häufig. Die Farbe der Krystalle ist gewöhnlich braun und gelb in verschiedenen Nuancen; die Vesuviane in den Granatblöcken zeigen fast durchgehends eine grüne Färbung, die täuschend an grünen Olivin erinnert.

Im Dünnschliff wird der Vesuvian mit lichtbräunlichen oder gelblichgrünen Tönen durchsichtig und zeigt da, wo er in Krystallen aufsitzt, natürlich auch geradlinige Umgrenzung, während er in den Aggregaten ganz unregelmässig contourirt ist, doch lässt in letzterem Falle der ungemein häufig auftretende schalenförmige Aufbau die dem Korn zu Grunde liegende Krystallgestalt deutlich erkennen. Derselbe deutet sich meist schon im gewöhnlichen Lichte durch zarte parallele Linien an, auch wechseln die Farben fast immer in schwachen Tönen, prachtvoll dagegen tritt er im polarisirten Lichte hervor, vorausgesetzt natürlich, dass die Schnitte nicht senkrecht gegen die Hauptaxe gerichtet sind. Die einzelnen Schichten zeigen

immer etwas abweichende optische Orientirung und treten daher als verschieden gefärbte Streifen in oft ganz herrlichen Farbennuancen neben einander auf. Ueberhaupt sind schön bunte, wenn auch nicht gerade sehr lichtstarke Polarisationsfarben ganz charakteristisch für den Vesuvian. Besonders häufig ist zwischen gekreuzten Nicols eine leichte Fleischfarbe, die bis in's licht morgenrothe geht, weniger häufig treten die schönen rothen, blauen, grünen und gelben Töne auf. Neben diesen bunten Farben erscheinen auch sehr matte graue und gelbliche, die so lichtschwach werden können, dass eine Unterscheidung von dem ebenfalls fast immer doppelbrechenden Granat oft gar nicht allzu leicht ist.

Sind die Längsdurchschnitte etwas dunkler gefärbt, so zeigen sie auch regelmässig einen gar nicht allzuschwachen Pleochroismus, der zwischen denselben Grenzfarben schwankt, welche die Vesuviane im zerstreuten Lichte aufweisen, nämlich zwischen röthlichbraun und gelblichgrün.

Eine prismatische Spaltbarkeit tritt wohl auf, doch ist sie nirgends deutlich ausgeprägt und gewöhnlich durchziehen nur ganz unregelmässige Sprünge den Krystall. Den Verlauf der Auslöschungsrichtung erkennt man am besten an eingelagerten, trüben, strichartigen Gebilden, die nicht etwa als absetzende Spaltrisse, sondern als langgestreckte Einschlüsse, parallel der Hauptaxe, zu betrachten sind. Ihrer Natur nach sind sie wohl Hohlräume, die mit trüber Substanz erfüllt sind, ähnlich den beim Augit erwähnten.

Ausser diesen Gebilden ist der Vesuvian arm an Einschlüssen. selten trifft man Gasporen oder Flüssigkeitseinschlüsse mit Kochsalzausscheidungen und dann immer von ausserordentlicher Kleinheit. Sorby<sup>1)</sup> gibt auch Glaseinschlüsse an, doch habe ich solche in dem mir vorliegenden Materiale nicht auffinden können. Etwas häufiger noch umschliesst der Vesuvian Minerale, die mit ihm zusammen vorkommen, wie Glimmer, Augit, Granat, Sanidin etc., doch in den meisten Fällen zeigt er homogene einschlussfreie Masse.

Eine ziemlich ausführliche Beschreibung des Vesuvians gibt unter Anderem auch v. Zepharovich<sup>2)</sup> in seinen „Krystallographische Studien über den Idokras“.

<sup>1)</sup> Quart. journ. of geol. soc. XIV, pag. 30.

<sup>2)</sup> Sitzber. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. d. W. Bd. XLIX, pag. 32 ff.

Die Olivingruppe ist in den Sommablöcken durch Forsterit, Olivin, Monticellit und die Humitminerale: Humit, Chondroit und Klinohumit vertreten.

Der Forsterit bildet, wie schon an früherer Stelle erwähnt, einen nicht unerheblichen Gemengtheil aller Kalkblöcke, immer dabei mit Spinell vergesellschaftet, der auch in zahlreichen kleinen Kryställchen, welche in Folge ihrer lichtgrünen Farbe täuschend an manche Glaseinschlüsse erinnern, in der Forsteritmasse steckt.

Doch sind dies zugleich auch die einzigen Einschlüsse; weder Gasporen, noch Flüssigkeits-, noch Glaseinschlüsse habe ich in diesen klaren Körnern entdecken können. Dagegen zeigen alle eine Umrundung von grauer trüber Substanz, die, je näher dem Rande des Blockes, auch an Menge zunimmt und endlich ganz an Stelle des körnigen Kalkspathes die Zwischenmasse der Forsterite bildet. Zugleich geht eine Abnahme der Korngrösse der letzteren damit Hand in Hand, bis der Forsterit verschwindet und die ersten Vorläufer der Glimmerzone sich einstellen.

Diese graue Rinde ist nun nicht etwa als Zersetzungsproduct des Forsterits zu betrachten, da wir an keiner Stelle ein Eindringen in die Forsteritsubstanz beobachten, sondern hat sich wohl schon bei der Bildung des Minerals demselben angelagert und besteht aus kryptokrystallinem Kalk, der gleichsam als Ueberrest des früheren Kalksteins sich erhalten hat, ohne in Kalkspath metamorphosirt worden zu sein.

Was die übrigen charakteristischen Eigenschaften des Forsterits anbelangt, so sind dieselben schon früher bei der Beschreibung der Kalkblöcke angegeben worden.

Bisweilen kommt der Forsterit in selbstständigen Aggregaten vor, und dann erreichen die einzelnen Individuen, ebenso wie der immer vorhandene Spinell, oft beträchtliche Korngrösse.

In den Drusen aufsitzende Krystalle habe ich nirgends gefunden, ebensowenig auch vom Olivin. Der Monticellit war in den mir vorliegenden Blöcken überhaupt nicht vorhanden, so dass ich auf eine Charakteristik desselben einstweilen verzichten muss. Es lag mir zwar ein Block vor mit der Etiquette „Monticellit“, doch erwies sich derselbe bei näherer Untersuchung als Forsterit, indem das betreffende Mineral keine Spur von Kalk enthielt.

Der eigentliche Olivin ist mit dem Forsterit chemisch durch Uebergänge auf's Engste verknüpft, aber trotz seines analogen Auf-



tretens zeigt er in seinem Aufbau doch einige Abweichungen von letzterem. Vor Allem tritt er stets in grösseren Krystallen auf, die nicht farblos, sondern von lichteröthlicher bis gelblicher Farbe sind. Er sticht dadurch sofort von der ihn umgebenden grünen Glimmerzone ab.

Grüne Olivine, wie sie Scacchi beschrieben hat, gehören jedenfalls zu den Seltenheiten, da sie in den mir vorliegenden Handstücken überhaupt nicht vorkamen; die hellen Körner zeigen zwar bisweilen einen Stich ins Grüne, aber wirklich grüne Varietäten habe ich nicht gefunden. Nach Scacchi<sup>1)</sup> zeigen die grünen Olivine bis an 11 Arten von Flächen, die weisslichen weniger.

Im Dünnschliff werden die zu Aggregaten verbundenen Olivine vollkommen farblos und zeigen nie krystallographische Umgrenzung. Gegenüber den bisweilen ebenfalls auftretenden Augiten, charakterisiren sie sich durch die den Spaltungsrissen parallel verlaufende, gerade Auslöschung. Diese Spaltbarkeit nach  $\infty P \infty$  ist beim vesuvischen Olivin, im Gegensatz zu dem im Basalten und anderen Gesteinen auftretenden, im Ganzen gut ausgebildet und verläuft immer durch den ganzen Krystall, wenn auch nicht in vollkommen gerader Linie; es ist dies eines der besten Unterscheidungsmerkmale von den Gliedern der Humitgruppe, die nur eine undeutliche Spaltbarkeit aufweisen.

Zwillinge des Olivins habe ich nicht gefunden. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhafte, das Relief der Körner ist ziemlich markant. Im convergenten polarisirten Lichte zeigen die geeigneten Schnitte meist sehr schöne und klare Axenbilder.

An Einschlüssen ist der Olivin, im Gegensatze zum Forsterit, ziemlich reich, und zwar finden sich neben Spinellkryställchen zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse mit ausgeschiedenen Chlornatriumwürfeln. Dieselben erfüllen oft ganz die Olivinmasse und erreichen beträchtliche Grösse. Neben ihnen finden sich fast noch zahlreicher mit trüber Substanz ausgekleidete, fetzenartig gestaltete Hohlräume, ganz ähnlich wie im Augit etc. Glaseinschlüsse kommen, gleichwie im Forsterit, so auch im Olivin nirgends vor.

Im Dünnschliff sind die Humitminerale nur sehr schwer vom Olivin zu unterscheiden, besonders gilt dies von dem rhombischen eigentlichen Humit. Derselbe tritt genau in denselben Körnerformen

<sup>1)</sup> Ueber den Olivin des Monte Somma. Pogg. Ann. Ergb. III, in's Deutsche übertragen von G. vom Rath.

auf, wie der Olivin, zeigt fast farblose Durchschnitte, eine Spaltbarkeit längs welcher gerade Auslöschung erfolgt, lebhaft polarisationsfarben, kurz alle Eigenschaften, die als charakteristisch für den Olivin aufgezählt wurden, auch führt er genau dieselben Einschlüsse: Gasporon und Flüssigkeitseinschlüsse, letztere mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln.

Zum Ueberfluss ist der Humit auch gewöhnlich noch innig mit dem Olivin aggregirt. Das einzig sichere Unterscheidungsmittel bildet in geeigneten Fällen die Spaltbarkeit unter Berücksichtigung der optischen Verhältnisse.

Bei beiden Mineralen liegt die Ebene der optischen Axen in der Basis, die spitze Bisectrix fällt mit der Brachydiagonale zusammen.

Der Olivin zeigt deutliche Spaltbarkeit nach  $\infty P\infty$ , der Humit weniger deutliche, aber immerhin gut zu erkennende nach  $OP$ . Würden wir nun z. B. von beiden Mineralen einen Schnitt nach  $\infty P\infty$  im convergenten polarisirten Lichte vor uns haben, so würden wir bei beiden die charakteristischen Axenbilder zweiaxiger Minerale erhalten.

Der Verlauf der Spaltbarkeit würde aber beim Olivin die Scheiteltangenten der Hyperbeläste repräsentiren, beim Humit dagegen die Verbindungslinie der beiden Pole. Haben wir nun im Präparate einen Schliff, der annähernd der prismatischen Zone angehört (andernfalls wird die Bestimmung ungenau), so hat man nur zu beobachten, ob die Spalten tangential oder radial zu den im Gesichtsfelde erscheinenden bunten Kreissegmenten verlaufen; im ersteren Falle hat man auf Olivin, im zweiten Falle auf Humit zu schliessen.

Leichter als der Humit sind der Chondrodit (Scacchi's Humit vom II. Typus) und der Klinohumit (Scacchi's Humit vom III. Typus) vom Olivin, mit dem sie ebenfalls zusammen vorkommen, zu trennen.

Der mikroskopische Habitus ist zwar genau derselbe, auch sie enthalten dieselben Einschlüsse und zeigen dieselben von undeutlichen Spalten durchzogenen Körner, aber die in der Zugehörigkeit zum monoklinen System begründete überwiegende schiefe Auslöschung lässt beide leicht erkennen.

Beim Klinohumit beträgt dieselbe  $7.5^{\circ}$ — $12^{\circ}$ , beim Chondrodit  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$  auf  $\infty P\infty$ .

Der Chondrodit scheint bedeutend häufiger in den Aggregaten vorzukommen, als der Klinohumit, indem die meisten überhaupt hierher gehörigen Körner eine Auslöschungsschiefe zeigen, die  $20^{\circ}$ — $30^{\circ}$  beträgt.

Es ist dies eigentlich sonderbar, da bei den frei ausgebildeten Krystallen das Verhältnis gerade umgekehrt ist, indem da der Klinohumit am weitaus häufigsten auftritt. Doch ist es auch möglich, dass in den wenigen, mir zu Gebote stehenden Handstücken zufällig der Chondroit vorgewaltet hat, während die Regel vielleicht dasjenige Verhältnis ist, wie es die aufsitzenden Krystalle zeigen.

Ausser der schiefen Auslöschung unterscheiden sich Humit vom II. und III. Typus noch von dem rhombischen Humit und besonders vom Olivin dadurch, dass sie sehr häufig eine polysynthetische Zwillingsbildung aufweisen, die im polarisirten Lichte natürlich sofort in die Augen fällt. Diese polysynthetische Zwillingsbildung der weniger symmetrischen monoklinen Glieder, im Gegensatz zu der Armut an Zwillingen beim rhombischen Humit und dem sehr nahe stehenden Olivin, als den mit mehr Symmetrie ausgestatteten, fordert unwillkürlich zu einer Parallele zwischen Plagioklas und Orthoklas heraus. Ausserdem erinnern die Zwillinge in ihrem ganzen Habitus oft täuschend an Plagioklas. Die Zwillingslamellen gehen wie bei letzterem bisweilen nicht ganz durch den Krystall, sondern keilen sich aus oder sind in der Mitte des Korns scharf abgeschnitten. An einer Stelle schien es auch, als wenn verzwillingte Lamellen eines monoklinen Humits im rhombischen Humit eingelagert wären, ein Analogon der perthitartigen Verwachsung von Orthoklas und Plagioklas, oder derjenigen von Enstatit und Diallag.

Der Humit in seinen 3 Varietäten ist eines der wenigen Minerale, die mit Olivin zusammen in den centralen Zonen der Silicatblöcke auftreten, doch nur in solchen, die keinen eigentlichen Kalkkern mehr zeigen, sondern wo die innerste Zone fast ausschliesslich aus Olivin besteht. Mit Forsterit zusammen in typischen Kalkblöcken findet er sich z. B. nirgends. Charakteristisch scheint es ferner zu sein, dass da, wo dem Olivin Humit beigemischt ist, der Spinell fehlt, während man andererseits gewöhnlich voraussetzen kann, dass, wenn die Olivinaggregate Spinelle umschliessen, der Humit fehlt. Die Ausscheidung von Humit scheint demnach einen von dem gewöhnlichen etwas abweichenden Bildungsgang zu bedingen. Doch kommen auch wiederum Fälle vor, wo der Humit mit Spinell aggregirt ist, ja sogar Spinelloctaederchen eingeschlossen enthält.

In aufgewachsenen Krystallen findet sich der Humit auch in den reinen Kalkauswürfingen. Besonders häufig associirt er sich

nach G. vom Rath<sup>1)</sup> „mit Glimmer und zwar sowohl mit lichtgrünem, als auch mit röthlichgelbem, mit grünem Augit, weissem Olivin, schwarzem Spinell und Kalkspath, seltener mit anderen Gemengtheilen. Er besitzt meist lichtgelbe oder bräunliche Farbe, auch grünliche Töne, und ähnelt gewöhnlich sehr stark den gleichgefärbten Glimmerkryställchen, wenn diese nicht die Basis dem Beschauer zukehren, und so sich durch ihren Perlmutterglanz kundgeben.“ Eine sehr eingehende und treffliche Beschreibung der vesuvischen Humitvorkommnisse im Allgemeinen, sowie einiger interessanter humithaltiger Blöcke im Speciellen hat G. vom Rath als Nachschrift zu seiner Abhandlung: „Ein Beitrag zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Humits“ gegeben. Derselben sind auch die oben citirten Stellen entnommen.

Der Granat ist eines der bekanntesten Vesuvminerale, da er häufig ganze Blöcke allein zusammensetzt. Dieselben enthalten immer Eisspath. In den Sanidinblöcken ist der Granat ein ganz charakteristischer Gemengtheil, doch stellt er da nicht die gewöhnliche Varietät dar, sondern ist meist als Melanit in sammetschwarzen Krystallen eingewachsen.

Bei Zunahme des Granatgemengtheiles scheint das Gesetz zu herrschen, dass auch die Färbung desselben eine lichtere wird, wenigstens sind reine Melanitblöcke vom Vesuv wohl kaum bekannt, während solche von anderen, helleren Varietäten zu den gewöhnlichsten Erscheinungen zählen.

Die Farbe des gewöhnlichen Granats ist gelblich und bräunlich in verschiedenen Nuancen; daneben treten auch rothe und grünliche Farbentöne auf. Man bezeichnet die honig- bis pomeranzgelben Kalk-Thon-Granate als Hessonite, alle übrigen als gewöhnlichen Granat.

Immer enthalten die Granatblöcke neben Feldspath noch Augit, Hornblende und Vesuvian bald mehr, bald weniger eingesprengt.

In den Drusen der in Silicate umgewandelten Kalkblöcke kommen aufsitzende Krystalle gar nicht selten vor; sie bilden da gewöhnlich mit Augit ein inniges Gemenge und treten makroskopisch dann als braune Zone hervor, die bisweilen täuschend an die röthlichen Olivinzone erinnert. Doch tritt der Granat nie im Innern der Kalkblöcke auf, stets ist er auf die Drusen beschränkt. Eigenthümlich ist, dass

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. Bd. CXLVII, pag. 259 ff.

er in den Blöcken, wo der Kalk noch den eigentlichen Grund bildet, sich nur sehr selten findet und dann gewöhnlich mit Leucit vergesellschaftet ist, der so lose auf dem Untergrunde sitzt, dass er mit Leichtigkeit und ohne Verletzung sich von demselben abheben lässt. Auf dieser ausserordentlich leichten Ablösbarkeit beruht sicher die Erscheinung, die G. v o m R a t h anführt: „dass in manchen Kalkblöcken die Leucite frei in den Höhlungen liegen, so dass sie beim Schütteln wie Adlersteine klappern.“<sup>1)</sup>

Zwischen den drei Varietäten des Granats existiren durchaus nicht etwa scharfe Grenzen, sondern sie gehen vollkommen in einander über, sind auch nicht etwa durch verschiedene Art des Auftretens charakterisirt. Ja ein Granatkrystall enthält wohl verschiedene Varietäten in sich; so kommt es häufig vor, dass beim Hessonit der Kern von einem dunkelbraun durchscheinenden Melanitkrystall gebildet wird, um den sich der Hessonit dann mit seinen lichterem Zonen anlagert. Ebenso sieht man umgekehrt, wenn auch seltener, dass der Kern aus ganz lichter Granatsubstanz besteht und um diese lagern sich die dunklen Zonen des Melanits.

Der Melanit tritt fast stets in scharfkantigen Krystallen auf, doch sind die Flächen häufig corrodirt, der Hessonit und der gewöhnliche Granat zeigen in Aggregaten weniger gute Krystallformen. auch die in den Drusen isolirt sitzenden Individuen sind nicht selten von ganz verzerfter Gestalt. Der Melanit wird im Schliff bei genügender Dünne stets gut mit sepia- oder kaffeebrauner Farbe durchscheinend. Fast immer zeigt er, und gleich ihm auch die anderen Varietäten einen zonalen Aufbau, indem hellere und dunklere Lagen mit einander abwechseln; nur die ganz kleinen Melanitkryställchen stellen eine homogene einheitliche Masse dar. Die Umrisse der Melanitdurchschnitte sind, gemäss der rhombendodekaëdrischen Krystallgestalt Vierecke oder Sechsecke, die anderen Granaten zeigten diese Umgrenzungen zwar auch, aber meist nicht so deutlich.

Höchst eigenthümlich ist die schon von G. v o m R a t h beschriebene Erscheinung, dass der Melanit auf seinen Bruchflächen metallische Anlauffarben aufweist, die bisweilen täuschend an die Farben des Buntkupfererzes erinnern.

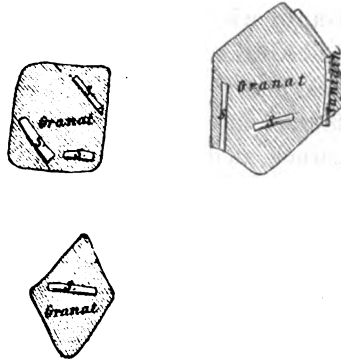
---

<sup>1)</sup> Ueber einige Leucitwürfliche vom Vesuv. Pogg. Ann., Bd. CXLVII, pag. 264.

Ganz charakteristisch für den Granat ist sein ausserordentlicher Reichthum an fremden Einlagerungen. Es gibt wohl kein einziges Granatkorn, wenn wir die winzigen Melanitkryställchen ausnehmen, dessen Inneres nicht mehr oder weniger fremde Minerale beherbergte, u. zw. sind die häufigsten Gäste: Eisspath, Augit, Hornblende und Vesuvian.

Der Eisspath ist entweder in einzelnen Tafeln eingeschlossen, wobei es scheint, dass dieselben gesetzmässig zu der Krystallumgrenzung des Granates eingelagert sind, und zwar so, dass  $\infty P \infty$  vom Sanidin parallel zu gehen scheint  $\infty O \infty$  am Granat, gewöhnlich jedoch reicht ersterer in einzelnen Krystallen oder Einbuchtungen ganz unregelmässig in den Granat hinein, oder füllt endlich mehr oder weniger das Innere aus (Fig. 4). Diese

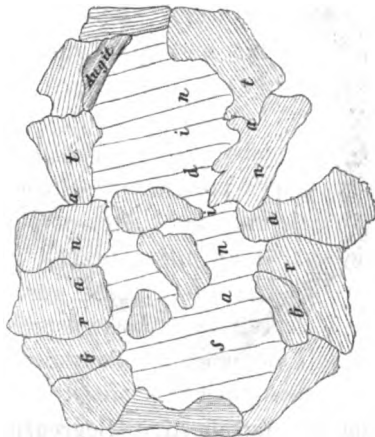
Fig. 4.



Ausfüllung kann soweit gehen, dass die eigentliche Granatsubstanz nur die äusserste papierdünne Krystallschale, d. h. eine sogenannte Perimorphose darstellt, wie sie makroskopisch bisweilen beobachtet werden, z. B. in Krystallen aus Norwegen, nur dass das Ausfüllungsmaterial da nicht Sanidin, sondern Kalkspath ist.

Eine sehr interessante Perimorphose fand ich in einem Eisspathblock (Fig. 5). Dieselbe bestand aus zwei mit einander verwachsenen Granathüllen, die in Folge ihrer gelblichen Färbung wohl zum Hessonit zu rechnen waren. Die Hüllen schienen sich scheinbar aus lauter länglichen Granatkörnern aufzubauen, doch hat dieser im Dünnschliff hervortretende scheinbare Körneraufbau seinen Grund wohl nur in einer starken Zerklüftung der Granatsubstanz. Die Umrisse waren die charakteristischen hexagonalen der Granatdurchschnitte. Das ganze Innere der beiden Granathüllen wurde

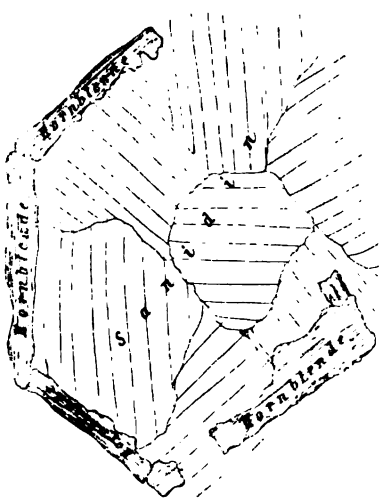
Fig. 5.



nun von einem, durch gleichzeitige Auslöschung als einheitlich charakterisirten Sanidinkrystall gebildet, nur an einer Stelle war ein Augitkorn mit eingeschlossen.

Ebenso innig, nur in etwas anderer Weise aggregiren sich Augit und Hornblende mit dem Granat. Dieselben bilden entweder vereinzelte Einlagerungen, oder treten so massenhaft auf, dass das Ganze wie ein feinkörniges Gemenge von Augit, resp. Hornblende und Granat erscheint, und doch beweisen die regulären Grenzen, dass das Ganze einen Granatkrystall repräsentirt. Der Granat steht hierbei an Menge oft bedeutend hinter den anderen Bestandtheilen zurück, zu denen sich häufig auch noch Sanidin u. a. gesellen, aber die Dodekaedergestalt bleibt trotzdem bestehen. Ja, ein Dünnschliff zeigte vier Hornblendesäulen so angeordnet, dass sie (bis auf zwei) genau die Umgrenzungslinien der charakteristischen sechseckigen Durchschnitte des Granates darstellten, während im Innern keine Spur von Granat zu sehen war, sondern nur ein Aggregat von Sanidinkörnern, nur an der einen Hornblendesäule hing ein kleines Granatkorn (Fig. 6).

Fig. 6.



Es ist immerhin möglich, dass nur durch Zufall die Hornblendeleisten unter den Winkelverhältnissen der Granatdurchschnitte zusammenstossen, wahrscheinlich ist aber, dass wir es hier mit einem ausserordentlich granatarmen Granatkrystall zu thun haben, und dass der Schliff zufällig durch eine Stelle des Krystalls ging, die überhaupt keinen Granat enthielt.

Andere Einschlüsse als fremde krystallinische Substanzen finden sich im Granat nur selten, am häufigsten noch die schon vom Augit und Olivin her bekannten trüben Hohlräume, die auch hier die

gleiche fetzenartige Begrenzung aufweisen; daneben treten noch selten und immer in grosser Kleinheit Einschlüsse mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln auf. Glaseinschlüsse finden sich nirgends.

Eine Spaltbarkeit besitzt der Granat nicht, die Risse verlaufen ganz unregelmässig durch den Krystall.

Der hohe Lichtbrechungsexponent gibt sich in dem starken Relief und der runzligen Oberfläche der Durchschnitte kund.

Fast alle vesuvischen Granate, mit alleiniger Ausnahme der Melanite, weisen ausgezeichnete Erscheinungen von Doppelbrechung auf, und ich kann der Angabe Klein's<sup>1)</sup> in seiner trefflichen Abhandlung über die optischen Anomalien am Granat, dass der gelbe Granat vom Vesuv vollständig isotrop sei, nicht ganz zustimmen, im Gegentheil, derselbe zeigte in allen vorliegenden Körnern nur ganz ausnahmsweise keine Doppelbrechung.

Dass der Melanit keine optischen Anomalien aufweist, beruht, wie schon Rosenbusch angibt, jedenfalls auf der dunklen Färbung dieses Minerals.

Durchgehends herrscht das Gesetz, dass die reinen, einschlussfreien Stellen die stärkste, die einschlussreichen dagegen oder ganz winzige Krystalle, die schwächste oder gar keine Doppelbrechung aufweisen.

Wenn wir die von Klein, Zirkel u. a. entwickelte Theorie acceptiren, dass die Doppelbrechung des Granates auf abnormen Spannungsverhältnissen beruhe, so lässt sich die erwähnte Thatsache auch leicht erklären: In den einschlussreichen Partien ist durch die vielfache Raumunterbrechung die Spannung aufgehoben oder doch wenigstens gemildert worden und die Moleküle haben sich normal lagern können, während bei den einschlussfreien Partien die einzelnen Anwachszoneen noch den vollen Druck gegenseitig ausüben und so die Anomalien hervorrufen.

Wohl bei allen Granaten entsprechen die Erscheinungen der Doppelbrechung dem Klein'schen Rhombendodekaeder-Typus, wie es auch die Krystallform nicht anders erwarten lässt, nur sind dieselben in Folge der ganz beliebigen Durchschnitte im Dünnschliff sehr complicirte, und man sieht selten solche, die sich mit den bei Klein gegebenen Zeichnungen direct vergleichen lassen.

Immer überwiegt die mit der Zonarstructur verbundene Doppelbrechung, doch sieht man auch hin und wieder daneben noch deutlich eine Eintheilung der zwischenliegenden Granatmasse in polarisirende Felder.

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. und Geol. 1883. I.



Von den Gliedern der Mejonitgruppe stand mir nur ein Vertreter nicht zu Gebote, nämlich der Mizzonit. An zwei Stellen schien es allerdings, als wenn Mizzonit vorläge; das eine Mal war es ein Krystalleinschluss in Sodalith, der die charakteristische Mizzonitgestalt zeigte, das andere Mal waren es einige corrodirte Kryställchen in einem Eisspathblock, die lebhaft an Mizzonit erinnerten, doch waren beide Vorkommnisse zu unsicher und vor Allem zu unbedeutend, um eine Beschreibung des Minerals darauf zu gründen.

Zahlreichere Exemplare standen mir vom Mejonit, sowie vom Melilith, Humboldtilith und Sarkolith zu Gebote.

Der Mejonit bietet im Ganzen wenig Interessantes dar, er tritt als aufsitzende Krystalle in den Drusen der typischen Kalkblöcke auf; in den silicatreichen Blöcken ist er bis jetzt noch nicht beobachtet, ebensowenig in selbstständigen Aggregaten.

Die Krystalle sind entweder vollkommen klar und ohne irgend welche Corrodierung der Gestalt, oder sie besitzen eine rauhe, trübe Oberfläche und dann sind auch sehr häufig die Kanten oder Flächen vertieft und andere Abnormitäten zu beobachten. Manche Krystalle zeigen *P* nur zur Hälfte entwickelt, so dass der Krystall gleichsam monoklinen Habitus gewinnt, indem er nur durch zwei Flächen, eine scheinbare Hemipyramide, begrenzt erscheint. Bisweilen besitzen die Krystalle eine weisse oder gelbliche Rinde, die beim Hinzufügen von Salzsäure unter Aufbrausen verschwindet, also kohlenaurer Kalk ist, der hier sicher als Zersetzungsproduct des Mejonits in Anspruch zu nehmen ist.

Die Krystalle sind immer fest mit ihrem augitischen Untergrund, der ja, wie bekannt, immer die Auskleidung der Drusen bildet, verwachsen. Im Dünnschliff zeigen die Mejonite vollkommen reine, wasserklare, nur von wenigen Spalten durchzogene Substanz und ausserordentlich lebhafte und lichtstarke Polarisationsfarben.

Charakteristische Interpositionen fehlen fast vollkommen, nur hin und wieder treten kleine Leucitkryställchen und Augitpartikel auf. Einige Krystalle zeigten zahlreiche Glaseinschlüsse; dieselben sind meist länglich und parallel der Hauptaxe angeordnet. Das Glas ist fast farblos und zeigt nicht selten eine Umgrenzung, welche die Krystallgestalt des Wirthes wiedergibt. Alle Einschlüsse enthalten Bläschen, bisweilen in ziemlicher Zahl und charakteristischer

Lage, indem sie gleichsam dem Einschluss nur anhängen; auch rundliche Entglasungsproducte treten auf.

Ausser den Glaseinschlüssen finden sich noch Hohlräume, nirgends aber Einschlüsse mit Chlornatriumausscheidungen.

Bei dem Mangel an charakteristischen Kennzeichen ist es somit nicht leicht, im Schliff den Mejonit nachzuweisen, und es gehört grosse Uebung dazu, um mit einiger Sicherheit behaupten zu können, dass ein vorliegender farbloser Durchschnitt dem Mejonit angehöre. Ein endgiltiges Resultat kann immer nur eine Untersuchung der zum Glück fast stets isolirten und gut ausgebildeten Krystalle geben, abgesehen natürlich von einer chemischen Analyse.

Der Melilith tritt in den Blöcken in zwei Varietäten auf, als Humboldtilith und als Melilith. Der Humboldtilith ist farblos bis graulich- oder grünlichweiss und tritt immer in verhältnissmässig dünnen vierseitigen Tafeln auf. Dieselben besitzen stets einen trüben, grauen bis gelblichgrauen Ueberzug. Der Humboldtilith ist in Berücksichtigung seiner Krystallgestaltung und auch seiner sonstigen noch zu erwähnenden Eigenschaften wegen mit dem basaltischen Melilith zu identificiren. Er kommt vor in körnigem Gemenge mit Augit, Glimmer und Spinell, doch herrscht er in diesen Aggregaten gewöhnlich stark vor den anderen Bestandtheilen vor. Die aufgewachsenen Krystalle zeigen nicht selten eine Verwachsung scheinbar nach  $\infty P$ , wobei die Verwachsungslinie diagonal durch die quadratische Fläche von  $OP$  verläuft. Das Ganze erinnert täuschend an einen Zwillingsskrystall, doch ist ja im tetragonalen System eine Verzwillingung nach  $\infty P$ , ausser bei hemiëdrischer Ausbildung, nicht möglich.

Die Krystalle sind bis auf den grauen Ueberzug ziemlich regelrecht gebildet.

Im Dünnschliff zeigt der Humboldtilith, wo er zu compacten Massen sich aggregirt hat, keine geradlinige Begrenzung, nur wo die Krystalle in Höhlungen hineinragen, da treten die für die basaltischen Melilithen so charakteristischen leistenförmigen und quadratischen Durchschnitte auf. Die Körner zeigen meist gut die Spaltbarkeit nach  $OP$  und auf diesen Spalten sitzen rechtwinklig die von Stelzner<sup>1)</sup> unter dem Namen „Pflockstructur“ vereinigten Gebilde.

<sup>1)</sup> Ueber Melilith und Melilithbasalte. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. II. Beil.-Bd., pag. 378 ff.

Sie besitzen ganz den Habitus, den Stelzner an den Melilithen der Basalte beschrieben hat und sind in Folge der geringen Zersetzung des Humboldtiliths, und weil sie bisweilen in ziemlichen Abständen von einander auf den Spaltenwänden sitzen und dabei beträchtliche Grösse erreichen, ausserordentlich gut zu beobachten. Sie erstrecken sich aber nicht nur von der Basis aus in den Krystall hinein, sondern sind, wie schon erwähnt, auf allen basischen Spaltflächen zu finden.

Stelzner lässt es unentschieden, wie diese Gebilde zu deuten sind, während Rosenbusch<sup>1)</sup> dieselben für „Glas, amorph erstarrte Theile des Gesteinsmagma's“, erklärt, Zirkel<sup>2)</sup> sie dagegen für kalkreiche Zeolithe hält. Rosenbusch gründet seine Ansicht vor allen Dingen darauf, dass diese Gebilde die Doppelbrechung des Meliliths nicht irritiren, respective selbst nicht doppelbrechend sind: „Bei sehr dünnen Schliffen kann man hier gelegentlich die Isotropie der Pflöckchen direct beobachten; in dickeren Schliffen findet man stets, dass die Interferenzfarben des Wirthes gesunken sind, wo solche Pflöckchen ihn durchsetzen, d. h. der Melilith ist hier dünner.“

Für den Humboldtilith vom Vesuv hat die Annahme, dass diese Pflöcke aus Glas beständen, sicherlich keine Berechtigung; in den Basalten könnte man sich ein Eindringen von Lava in die Spaltenräume und die von denselben ausstrahlenden Pflöcke schon denken, aber hier in den Blöcken, die keine Spur von Glas enthalten, wäre diese Annahme wohl kaum haltbar. Dass die Pflöcke feste Körper sind, ist auch meine Ansicht, aber sie sind nicht Gebilde, die der Humboldtilithsubstanz fremd sind, sondern sie bestehen aus demselben Material und repräsentiren weiter nichts, als den Beginn der Zersetzung der Humboldtilithmasse. Wie bei anderen Mineralen die Zersetzung durch eine Zerklüftung oder Faserung, oder zackenartig eindringende Spaltensysteme eingeleitet wird, so giebt sie sich hier durch die Absonderung der Masse nach diesen eigenthümlichen pflockartigen Gebilden kund.

Wie schon Stelzner erwähnt, und Rosenbusch bestätigt, üben die Pflöcke keinen Einfluss auf die Polarisation des basaltischen Meliliths aus, das ist aber kein Grund, sie deshalb für amorph zu halten. Der Melilith der Gesteine zeigt überhaupt so geringe Doppel-

<sup>1)</sup> Mikroskop. Physiogr. 2. Aufl., pag. 324.

<sup>2)</sup> Elem. d. Min. pag. 606.

brechung, dass es wohl erklärlich ist, dass in Schliffen, die derartig dünn sind, dass sie ein directes Beobachten der optischen Eigenschaften dieser winzigen Gebilde ermöglichen, Interferenzfarben kaum mehr wahrzunehmen sind; wenn ferner in dickeren Schliffen die Farben scheinbar gesunken sind, wo diese Gebilde auftreten, so erklärt sich das aus der bekannten Erscheinung, dass eine reine Substanz auch stets reinere Farben zeigen wird, als eine solche, die mit Rissen, Spalten und Einlagerungen erfüllt ist.

Es ist bekannt, dass der Melilith der Basalte, im Gegensatz zu den anderen Gemengtheilen, so gut wie keine eigentlichen Glaseinschlüsse besitzt, und es wäre in der That höchst eigenthümlich, wenn die Glasmasse in so zahlreichen Spitzen in den Krystall eindrange, ohne sich als Einschlüsse auch beim Aufbau desselben zu betheiligen. Die spatel-, ruder-, keulenförmig etc. gebildeten Pflücke bilden im Humboldtilith die Ausnahme, die gewöhnlichste Gestalt ist eine spitzconische, mit dem Fuss auf der Spalte, respective der Basis aufstehend. Dass diese Gebilde nicht Glas sein können, beweist ferner, dass zwischen der faserigen Absonderung des Humboldtiliths und den Partien, wo die Pflücke isolirt auf den Spalten sitzen, ein Unterschied nicht zu bemerken ist, sondern dieselben durch alle möglichen Uebergänge mit einander verknüpft sind.

Dass der Humboldtilith, wie auch der basaltische Melilith zuletzt in zeolithische Substanzen übergehen kann, ist sicher, doch diese Pflücke sind noch nicht chemisch verändert, wie die völlig mit der Humboldtilithmasse übereinstimmende optische Reaction derselben beweist, sondern repräsentiren, wie schon gesagt, die der eigentlichen Zeolithisirung vorausgehenden Zerklüftungserscheinungen.

An Einschlüssen enthält der vesuvische Humboldtilith besonders Angitkryställchen, sowie Spinell; ob vielleicht Forsterit mit eingeschlossen sei, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass die bisweilen auftretenden farblosen, rundlichen, lebhaft polarisirenden Körnchen diesem Mineral zuzurechnen sind. Hohlräume treten nicht selten auf, Glas- oder Flüssigkeitseinschlüsse habe ich dagegen nicht gefunden.

Die Polarisationsfarben sind, wie beim Melilith der Eruptivgesteine, wenig lebhaft, meist ist es Blau in verschiedenen Tönen, bis zum prachsvollsten Berlinerblau, seltener gelblichweisse Nuancen. Zonarstructur giebt sich bei gekreuzten Nicols bisweilen sehr deutlich

durch abwechselnd gefärbte Streifen kund. Ausser der basischen Spaltbarkeit erkennt man bisweilen noch recht gut feine Risse, die parallel  $\infty P\infty$  verlaufen.

Der vesuvische Melilith, der hellgelbe bis braungelbe Farbe besitzt und kurze dicke, glasglänzende quadratische Säulen bildet, ist mit dem Humboldtilith nach den chemischen und krystallographischen Untersuchungen von Des Cloizeaux und Damour identisch, aber doch existiren zwischen beiden Mineralen manche Unterschiede, die unwillkürlich zu einem Zweifel an der Identität beider Veranlassung geben müssen, von der constanten Verschiedenheit in dem krystallographischen Habitus sei hierbei noch abgesehen. Ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal von dem Humboldtilith bildet das Fehlen der Pflöckstructur im Melilith; von derselben ist nirgends auch nur eine Spur zu entdecken. Ferner zeigt der vesuvische Melilith immer ausserordentlich lebhafte Polarisationsfarben, besonders grüne und rothe, die denen des Sanidins z. B. an Intensität wenig nachstehen, mit welchem letzteren er auch in seinen helleren Varietäten in Folge der immer gut ausgebildeten Spaltbarkeit leicht zu verwechseln ist.

Nie ist der Melilith mit Spinell vergesellschaftet, dagegen ist ein charakteristischer Begleiter der Wollastonit, der in keinem, der mir vorliegenden melilithhaltigen Handstücke fehlte, hierzu kommt noch bisweilen Leucit, wohl auch Nephelin, ferner ein farbloses Mineral, dessen Beschreibung später folgen wird. Im Gegensatz zum Humboldtilith herrscht der Melilith in diesen Blöcken gewöhnlich nicht vor, sondern der Augit bildet die Hauptmasse.

An Einschlüssen ist der Melilith, wie der Humboldtilith, abgesehen von zahlreichen Augitkörnern, arm. Ob Glaseinschlüsse vorhanden seien, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch schien es an einigen Stellen, als ob dies der Fall sei.

Der Sarkolith gleicht in seinem ganzen Verhalten ausserordentlich dem Melilith, nicht dem Humboldtilith. Die aufsitzenden Krystalle sind zwar in Folge ihrer krystallographischen Begrenzung und der charakteristischen Fleischfarbe leicht vom Melilith zu trennen aber im Dünnschliff ist eine genaue Angabe, ob das eine oder andere Mineral vorliegt, oft ausserordentlich schwer, wenn nicht ganz unmöglich. Der Sarkolith zeigt genau dieselben lebhaften Polarisationsfarben, wie der Melilith, besitzt keine charakteristischen, meist sogar

überhaupt keine Einschlüsse, und endlich aggregirt er sich mit genau denselben Mineralen, wie der Melilith, mit Augit, Wollastonit etc.

Einen Unterschied bildet noch die Spaltbarkeit, sie ist beim Sarkolith, so gut wie nicht vorhanden, während sie beim Melilith ziemlich ausgeprägt ist, doch ist diese grössere oder geringere Vollkommenheit der Spaltbarkeit natürlich ein Merkmal, das nicht als sehr charakteristisch hingestellt werden kann. Den einzigen wirklichen Unterschied zwischen beiden Mineralen bildet die optische Orientirung, indem der Melilith negative der Sarkolith dagegen positive Doppelbrechung besitzt; und nur wo im Dünnschliff das eine oder andere zu constatiren ist, kann man mit Sicherheit behaupten, ob Melilith oder Sarkolith vorliegt.

Der Leucit kommt in zwei Arten auf den Blöcken vor, abgesehen von seinem Auftreten als Gemengtheil alter ausgeworfener Bruchstücke von Leucitlaven.

Die eine Art ist weiss, glasglänzend, die andere grau, undurchsichtig mit mehr Fettglanz, auch zeigen die Körner scheinbar so abgeschmolzene Kanten, dass die Krystallform kaum zu erkennen ist. Beide Arten sind nicht etwa durch das Auftreten unterschieden, beide kommen in den Drusen der typischen Kalkblöcke vor, die erstere auch nicht selten mit Sanidin zusammen, die letztere dagegen nicht, doch finden sich beide nie in demselben Block nebeneinander vor.

Beide Varietäten bilden, im Gegensatz zu dem sonstigen Auftreten des Leucits, gewöhnlich körnige Partien, seltener findet man einzelne aufgewachsene Krystalle, die dann wohl auch immer dem ersten Typus zugehören.

Ein über faustgrosser Block bestand aus vorwaltendem weissen Leucit und nadelförmigem Wollastonit mit einzelnen eingestreuten Granat- und Augitkryställchen. Der Leucit hätte dem äusseren Ansehen nach zum ersten Typus gezählt werden müssen, doch gehörte er, seinem ganzen inneren, später noch zu beschreibenden Bau nach zum zweiten.

Eine charakteristische Eigenthümlichkeit der ersten Art ist, dass sie nie fest mit dem Untergrund verwachsen ist, sondern sich mit ziemlicher Leichtigkeit ablösen lässt, ja sogar, wie schon an früherer Stelle erwähnt, lose in den Höhlungen liegt. Dass aber Leucit im Kalk selbst als Einschluss liegt, wie es G. vom Rath beschreibt, ist wohl kaum anzunehmen; immer stehen derartige

Cavitäten mit der Aussenwelt in Verbindung, und ausserdem verweist die Glimmercontactzone, die G. vom Rath bei dem betreffenden Vorkommen erwähnt, darauf hin, dass eine Drusenbildung vorgelegen hat, die in nichts von der gewöhnlichen abweicht.

Dass die Zugänge zu derartigen Höhlungen oft ausserordentlich eng, canalartig sind, habe ich ebenfalls an einem Handstück beobachtet. Dasselbe war ein echter Kalkblock mit aufsitzenden Mejonitkrystallen, nur an einer Stelle sassen einige kleine, graue, runde Leucitkörner. Beim Abschlagen eines Stückes, behufs Anfertigung eines Dünnschliffs, sprang der Block zufällig entzwei, und da zeigte sich denn, dass das Centrum durch eine Druse gebildet wurde, die auch mit der zweiten grauen Varietät des Leucits ausgefüllt war. Nur ein ganz schmaler Canal führte an die Oberfläche und bildete den Vermittler zwischen den aufsitzenden und eingeschlossenen Leuciten.

Die weissen Leucite zeigen häufig Krusten eines faserigen Minerals, das nach G. vom Rath's <sup>1)</sup> Untersuchungen Davyn oder Cavolinit ist, auch Verwachsungen mit Sanidin wies derselbe Forscher nach. Bei der grauen Varietät fehlt diese Kruste, das Mineral bildet compacte Partien, die ausschliesslich aus Leucit bestehen, selten sind andere Minerale mit ihm vergesellschaftet.

Noch deutlicher tritt der Unterschied im Dünnschliff unter dem Mikroskop hervor. Die graue Varietät steckt ganz voll von grünen Glaseinschlüssen, die immer im Centrum angehäuft sind, ohne jedoch die für den Leucit charakteristische zonale Anordnung zu zeigen. Andere Einschlüsse sind selten; so enthielt der Leucit des oben beschriebenen wollastonithaltigen Blocks noch Augitnadeln und Wollastonitkryställchen umschlossen. Die Glaseinschlüsse verursachen ohne Zweifel die graugrüne Farbe und den fettartigen Glanz.

Die weissen Leucite zeigen zwar hin und wieder Gasporen, aber Einschlüsse von Glas habe ich, im Gegensatz zu den vorhergehenden, nirgends entdecken können. Dagegen sind ganz charakteristisch Einschlüsse eines nadelförmigen Minerals, dasselbe dürfte wohl mit dem makroskopisch zu erkennenden Davyn zu identificiren sein, oder auch das später beschriebene neue Mineral repräsentiren, da scharf begrenzte Querschnitte nicht zu beobachten sind, immer zeigen dieselben unregelmässig rundliche Umrandung. Die Nadeln durchstechen entweder isolirt die Leucitsubstanz nach allen Richtungen,

<sup>1)</sup> Pogg. Annal. Bd. CXLVII, pag. 265.

oder sie strahlen auch von einem gemeinsamen Centrum aus und bilden so gewissermassen Krystallgruppen im Leucit. Die Nadeln sind fast stets in graue trübe Masse umgewandelt und machen daher eine sichere Identificirung sehr schwer. Ausser diesen Nadeln birgt der weisse Leucit noch Melanitkörnchen, sowie Augitkryställchen.

Die beiden Leucitvarietäten ähneln sich in Bezug auf die sonstigen physikalischen Eigenschaften vollkommen. Die chromatische Polarisation erreicht bei den Leuciten der Auswürflinge bisweilen einen solchen Grad der Intensität, dass man Schnitte, die nur ein Lamellensystem aufweisen, bei oberflächlicher Betrachtung leicht für Plagioklas halten könnte.

Das Auftreten der glasreichen Leucite hat im Grunde genommen, abgesehen von der Art des Vorkommens an und für sich, nichts merkwürdiges, und sicher ist die Bildung eine ganz ähnliche gewesen, wie die der Leucite in Eruptivgesteinen; höchst sonderbar ist jedoch das andere Vorkommen und aller Wahrscheinlichkeit nach müssen bei der Entstehung desselben ganz andere Factoren thätig gewesen sein.

Dass dieses letztere Mineral sich, gleich allen übrigen Leuciten, aus einem feurigflüssigen Magma ausgeschieden habe, ist wohl nicht anzunehmen, denn dann würden sich, bei der grossen Neigung des Leucits, fremde Partikel zu umschliessen, Theile des Magmas, also Glaseinschlüsse, finden müssen, doch sind solche, wie schon erwähnt, nirgends zu entdecken. Es bleibt nur eins übrig: die Bildung durch Sublimation, da die Bildung auf nassem Wege hier wohl als ausgeschlossen gelten kann. Für diese Annahme, die zuerst Scacchi und G. vom Rath für die Leucite in den Vesuviusauswürflingen vom Jahre 1872 vertreten haben, spricht vor allem auch die leichte Ablösbarkeit der Leucitkruste von ihrem Untergrunde. Die andere graue Varietät ist stets fest mit den Grund verwachsen und lässt sich nie ohne Weiteres von demselben abheben. Sie entstammt sicher den Leucitlaven der Somma und man kann sich die Entstehung dieser Leucite vielleicht so vorstellen, dass die Lava, die ja, wie schon mehrfach nachgewiesen, die Leucite schon als Krystalle in der flüssigen Masse suspendirt enthält, in die Spalten der Blöcke, welche letzteren natürlich als anstehendes Gestein gedacht werden müssen, eindrang und dort, indem sie sich mit dem Kalk verband und andere Substanzen bildete, den Leucit, der als fester Körper keine Verbindungen eingehen konnte, gleichsam als Residuum, als Bodensatz zurückliess.

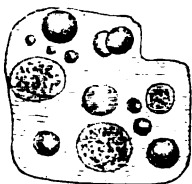


Der Nephelin ist eines der häufigeren Drusenminerale und zwar erweist er sich fast stets mit Eisspath vergesellschaftet, wobei er mit diesem körnige Aggregate bildet, seltener ist er frei auskrystallisirt. Vom Sanidin unterscheidet ihn seine geringe Spaltbarkeit und der auf den Bruchflächen auftretende Fettglanz, auch ist er nicht selten durch eingelagerte Augite, ähnlich wie der später zu erwähnende Sodalith, grünlich gefärbt. Im Dünnschliff zeigt der Nephelin klare, meist auch einschlussfreie Durchschnitte, die man leicht mit Sanidin verwechseln kann, doch unterscheiden sie von letzterem die schwachen, nie über bläulichweiss hinausgehenden Polarisationsfarben, sowie der Mangel einer deutlichen Spaltbarkeit. Zwar ist eine solche nach  $\infty P$  fast immer zu constatiren, aber nie erreicht sie die Deutlichkeit der Spaltrisse im Feldspath.

Glimmer und Augit erfüllen bisweilen die Nephelinmasse dermassen, dass der Nephelin nur als zarte Adern sich gleichsam zwischen dem scheinbaren Glimmer-, resp. Augitaggregate hindurchzieht.

Am interessantesten sind Einschlüsse von grünlichem Glas und solche von Salzsolutionen. Erstere finden sich fast in allen Nephelinen und erreichen oft bedeutende Dimensionen (bis 0.048 Millimeter). Diese grösseren Einschlüsse enthalten fast alle öltropfenähnliche, dunkler gefärbte, solide Kugeln und körnelige, scheibenartige Entglasungsproducte (Fig. 7). Die Körnchen der letzteren ordnen sich inner-

Fig. 7.



halb des Glases bisweilen in Zonen an und zeigen immer Aggregatpolarisation. Die Zahl der in einem Einschluss auftretenden Luftbläschen ist bisweilen eine ausserordentlich grosse. Die Umgrenzung der Einschlüsse ist meist rundlich, nicht selten aber auch vier- oder sechseckig. Ganz ähnliche Umgrenzung zeigen auch die Einschlüsse mit Salzsolutionen; dieselben enthalten meist nicht sehr

viel Würfel ausgeschieden, aber dafür erreichen diese oft beträchtliche Grösse. Bemerkenswerth ist es, dass Kochsalz- und Glaseinschlüsse in demselben Korn zusammen auftreten. Neben diesen Einschlüssen fehlen auch nicht Gasporon, sowie trübe, nicht näher zu erkennende Partikel, doch bieten dieselben kein Interesse weiter dar.

Ein wesentlich aus dunklem Augit bestehender, gelben Melilith führender Block enthielt in seiner zum Theile bröcklichen Masse jenes schon früher erwähnte, farblose Mineral.

Dasselbe bildet entweder dickere Säulen oder zarte Fäden, die wie Spinnweben das Gestein erfüllen. Diese Nadeln zeigen sämtlich einen grauen, trüben Ueberzug, der das eigentliche Mineral verdeckt, auch die stärkeren Säulen, die bis 1 Centimeter Höhe und 0.2 Centimeter Dicke erreichen, besitzen denselben, doch gewöhnlich sehr schwach.

Nirgends zeigen die Säulen krystallographische Begrenzung, sondern immer sind sie ganz unregelmässig mit Riefen und Furchen versehen und abgerundet.

Ein Schnitt senkrecht gegen die Längserstreckung der Säulen zeigt im convergenten polarisirten Lichte das Axenbild eines optisch-einaxigen Minerals; dass das schwarze Kreuz beim Drehen des Präparates sich um ein wenig öffnet, beruht wohl auf Unregelmässigkeiten in der Krystallbildung und nicht auf einer versteckten Zweiaxigkeit des Minerals. Die Doppelbrechung ist negativ.

Das Mineral besitzt eine deutliche basische Spaltbarkeit, ist ausserordentlich spröde und hat ein spezifisches Gewicht von 2.602.

Im Dünnschliff zeigt das Mineral vollkommen wasserklare, rundliche oder ganz unregelmässig ausgebuchtete und gelappte Durchschnitte. Die Längsschnitte, die in Folge der langsäulenförmigen Gestalt des Minerals natürlich sehr selten, sind rechteckig, leistenförmig. Steckt das Mineral im Melilith, was sehr häufig der Fall ist, so hat es ganz den Anschein, als ob ein Loch in dem letzteren sei; das Mineral dürfte daher einen ziemlich niedrigen Brechungs-exponenten besitzen, wofür auch die vollkommen glatte Schliifffläche spricht, die sich nicht gegen den Balsam abhebt.

Wie schon makroskopisch, so zeigt sich auch mikroskopisch eine ausserordentliche Neigung zur Nadelbildung, wobei die basische Spaltbarkeit als Quergliederung auftritt, was bisweilen eine täuschende Aehnlichkeit mit Apatit herbeiführt, doch fehlen die charakteristischen hexagonalen Querschnitte. Vollkommen unmöglich dagegen wird eine Verwechslung mit Apatit bei gekreuzten Nicols. Die Nadeln zeigen dann ausserordentlich grelle bunte Polarisationsfarben, nur in Schnitten, die ziemlich parallel zu  $OP$  verlaufen, treten bläuliche Farbentöne auf.

Die Nadeln besitzen gewöhnlich vollkommen homogene Masse, die stärkeren Prismen dagegen enthalten gerade schlauchartige Hohlräume eingeschlossen, die fast durch die ganze Länge des Krystalls

sich erstrecken, bei schwacher Vergrößerung wie Spalten erscheinen, und erst bei stärkeren Systemen ihre wahre Natur erkennen lassen. Dieselben haben nicht einer prismatischen Spaltbarkeit, sondern wohl eher der Tendenz des Minerals, nadelförmige Krystalle zu bilden, ihren Ursprung zu verdanken; doch tritt nebenbei bisweilen auch eine, wenn auch unvollkommene prismatische Spaltbarkeit auf. Auf Schnitten parallel *OP* geben sich die Canäle als zahlreiche Löcher zu erkennen. Ausser diesen Gebilden finden sich noch trübe Fetzen eingeschlossen, sonst ist das Mineral so gut wie frei von allen Einschlüssen.

Da das Vorkommnis mit keinem der bekannten Minerale so recht übereinstimmen wollte, so wurde dasselbe einer chemischen Analyse unterworfen. Der graue Ueberzug, der aus kohlensaurem Kalk besteht, konnte leider nicht durch chemische Mittel entfernt werden, da sich das Mineral auch in dickeren Stücken in heisser Essigsäure vollkommen löste, doch wurde, was auf mechanischem Wege zu entfernen war, möglichst beseitigt, ausserdem gelangten nur Bruchstücke der dickeren Säulen zur Verwendung. Das Material konnte somit bei dem sonstigen Fehlen fremder Einschlüsse als vollkommen genügend rein betrachtet werden.

Die beiden ausgeführten Analysen ergaben folgendes Resultat:

	I. angewendete Substanz	II.	
	0·4557 Gramm	0·4309 Gramm	Durchschnitt
<i>Si O<sub>2</sub></i> . . . .	37·481	37·410	37·445
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . .	31·885	32·977	32·431
<i>(Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>)</i>			
<i>Ca O</i> . . . .	2·150	2·205	2·179
<i>K<sub>2</sub> O</i> . . . .	27·200	—	27·200
<i>Na<sub>2</sub> O</i> . . . .	2·260	—	2·260
<i>Cl</i> . . . .	Spuren	—	—
<i>SO<sub>3</sub></i> . . . .	—	—	—
	<hr/> 100·976		<hr/> 101·515

Der Glühverlust betrug in beiden Fällen ca. 0·05 Procent, so dass er wohl unberücksichtigt bleiben kann.

Dividiren wir die einzelnen Posten durch die betreffenden Atomgewichte, so erhalten wir sehr annähernd folgendes Molecularverhältnis der Substanz:



d. h. das Mineral würde der Formel entsprechen:  $K_2 Al_2 Si_2 O_8$ . Es ist dies eine Formel, die uns, was ihr allgemeines Bild betrifft, im Mineralreich mehrfach entgegentritt, nur dass das  $K_2$  durch andere Metalle ersetzt ist, durch  $Na_2$  oder  $Ca$ , im ersteren Falle resultirt Nephelin, im zweiten Anorthit; auch die Verbindung an und für sich tritt uns in der allgemein acceptirten Formel des Muscovits entgegen, nur dass in diesem ein Theil des Kaliums durch Wasserstoff ersetzt ist.

Das Mineral ist seiner Formel nach ein Kali-Nephelin. Leider konnte das Krystallsystem nicht endgiltig festgestellt werden, da exacte Untersuchungen bei der Unvollkommenheit der Krystallbildung nicht möglich waren. Es liegt aber die Vermuthung, die allerdings immerhin noch der Bestätigung bedarf, sehr nahe, dass das Mineral hexagonal sei, und zwar isomorph mit Nephelin. Von den zur Analyse verwandten Bruchstücken zeigten auch einige annähernd rundliche hexagonale Begrenzung, doch ist diese Thatsache doch wohl zu wenig schwerwiegend, um daraufhin die Frage des Krystallsystemes zu entscheiden.

Es bildet das Mineral somit wieder die Ausfüllung einer Lücke in der Nephelingrouppe und es ist sehr wahrscheinlich, dass der Kaligehalt der Nephelinminerale auf einer isomorphen Zumischung dieses Minerals beruht.

Behufs nochmaliger Prüfung seiner chemischen Constitution und vor Allem behufs Feststellung seines Alkaliengehaltes übergab ich das Mineral Herrn Privatdocent Dr. Bischoff, und hatte derselbe die Güte, das vorhandene Material einer quantitativen Analyse zu unterwerfen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle nochmals meinen Dank ausspreche. Das Analysenresultat war folgendes:

angew. Substanz = 0.7026 Gramm			
Glühverlust	.	1.08	Procent
$SiO_2$	.	37.05	"
$Al_2O_3$	.	29.47	"
$Fe_2O_3$	.	2.73	"
$CaO$	.	1.01	"
$K_2O$	.	17.96	"
$Na_2O$	.	2.55	"
		91.85	

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R_2O_3 = 32.20$$

„Der 8·15 Procent betragende Verlust war beim Abdampfen der Chloride entstanden, da wegen der Anwesenheit von oxalsaurem Ammon nöthig war, wiederholt mit concentrirter Salzsäure abzuräuchen, wobei ein Ueberschmelzen über den Rand eintrat.“

Die Procentzahlen für  $SiO_2$ ,  $R_2O_3$  und  $CaO$  (dasselbe kommt hierbei weniger in Betracht, da es wohl z. Th. als Verunreinigung anzusehen ist) zeigen eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung, so dass ihre procentale Betheiligung wohl als fest bestimmt angenommen werden kann. Da jedoch die Alkalienbestimmung, auf die es ja am meisten ankam, verunglückt war, so blieb nichts weiter übrig, als noch eine Analyse auszuführen. Das Material hierzu erhielt ich durch Behandeln der grob gepulverten Blockmasse mit Thoulet'scher Lösung, wodurch circa 3 Gramm vollkommen reine Substanz gewonnen wurden. Die Bestimmung von  $SiO_2$ ,  $R_2O_3$  und  $CaO$  unterliess ich, um rascher zum Ziele zu kommen. Die angewandte Substanz betrug 0·523 Gramm. Die Menge der Chloralkalien betrug 0·257 Gramm.

$KCl$  . . 0·235 Gramm (als  $K_2PtCl_6$  bestimmt)

$NaCl$  . 0·022 „ (als Verlust bestimmt)

Das ergibt:  $K_2O$  . . . . . 28·49 Procent

$Na_2O$  . . . . . 1·10 „

Mag hierbei das Kali auch ein klein wenig zu hoch bestimmt sein, so beweist das Resultat doch, dass die zuerst ausgeführte Analyse mit ihrem hohen Kaligehalt richtig ist, und dass das Mineral in der That ein fast reiner Kalinephelin ist. Es würde dasselbe zugleich auch das kalireichste Mineral repräsentiren, denn selbst der Leucit, der bis jetzt unbestritten als solches gegolten hat, enthält nur 21·5 Procent  $K_2O$ , also circa 6 Procent weniger, als dies neue Mineral. Bezugnehmend auf diesen bedeutenden Kaligehalt erlaube ich mir für dasselbe den Namen Kaliophililit vorzuschlagen.

Da mir der Davyn, diese Abart des Nephelins, der Etiquette nach zwar vorlag, aber bei näherer Untersuchung sich in Folge seiner optischen Eigenschaften und seines hohen Chlorgehaltes als Mikrosommit erwies, so muss ich auf ein Eingehen auf dieses Mineral verzichten, indem ich nicht umhin kann, hinzuzufügen, dass wohl sehr viele als Davyn ausgegebene Krystalle dem Mikrosommit zuzurechnen sein mögen.

Das Bindeglied zwischen Nephelin und den Mineralen der Sodalithgruppe bildet der Mikrosommit. Zuerst von Scacchi in den Auswürflingen des Vesuv vom Jahre 1872 entdeckt, wurde er später auch von demselben Forscher und von Rauff in den Auswürflingen der Somma, und zwar in viel grösseren Dimensionen nachgewiesen.

Das Mineral liebt es besonders, mit Granat sich zu aggregiren und ist in den Granatblöcken gar kein seltener Gast. Von dem mit ihm zugleich vorkommenden Sanidin unterscheidet er sich, ausser durch die Krystallgestalt, die aber nur äusserst selten wahrzunehmen ist, durch seine ausgezeichnete, fast an Faserung grenzende prismatische Spaltbarkeit und den dadurch bedingten Seidenglanz seiner Flächen.

Ein Granatblock bestand fast nur aus einem Gemenge von Granat und Mikrosommit, welcher letztere gleichsam den Kitt der einzelnen Granatkörner bildete und sich in bis erbsengrossen Partien vorfand. Hier erlaubte die Menge des Minerals auch eine theilweise quantitative Analyse. Das Material wurde durch einfaches Auslesen der Mikrosommitpartikel aus dem Granat, von dem sie sich ausserordentlich leicht loslösen liessen, gewonnen und auf seine Reinheit noch unter dem Mikroskop geprüft. Die angewandte Substanz betrug 1·6202 Gramm. Die Analyse ergab:

$SiO_2$ . . . . .	34·298	Procent
$Al_2O_3$ (+ etwas $Fe_2O_3$ ) . . .	28·589	"
$CaO$ . . . . .	9·696	"
$Cl$ . . . . .	0·840	"
$SO_3$ . . . . .	2·018	"
Glühverlust . . . . .	4·220	"
	<hr/>	
	79·661	Procent
restiren . . . . .	20·339	Procent

Die restirenden Procente kommen auf die Alkalien, doch verunglückte deren Bestimmung und war eine zweite wegen Mangels an Material nicht möglich, nur das Verhältnis, in welchem  $K_2O : Na_2O$  stand, konnte ermittelt werden. Dasselbe betrug:

$$K_2O : Na_2O = 3·65 : 11·10.$$

Theilen wir nun die Zahl 20·339 in diesem Verhältnis, so erhalten wir folgende Procentzahlen:

$K_2O$ . . . . .	5·03	Procent
$Na_2O$ . . . . .	15·31	"

Wenn die Analyse auch nicht Anspruch auf besondere Genauigkeit machen kann, so beweist sie doch wenigstens, dass das vorliegende Mineral wirklich Mikrosommit und nicht etwa Davyn ist. Auffallend ist der ausserordentlich geringe Gehalt an *Cl*, und wie es nach Scacchi Vorkommnisse gibt, die keine Schwefelsäure enthalten, so scheint es auf der anderen Seite auch solche zu geben, die wohl Schwefelsäure, aber kein Chlor enthalten.

Ein in einem Glimmerblock sitzender Mikrosommit ergab dagegen eine starke Chlorreaction und nur ganz geringe Spuren von Schwefelsäure, dass er aber wirklich Mikrosommit war, zeigte, abgesehen von dem Chlorgehalte, der ganze Habitus, der in nichts von dem des Mikrosommits abwich. Es kommen demnach in den Sommalblöcken die fast schwefelsäurefreien Varietäten neben den fast chlorfreien zu gleicher Zeit vor.

Da noch ein anderer in einem Glimmerblock vorhandener Mikrosommit bei starkem Chlorgehalte nur Spuren von Schwefelsäure aufwies, so scheint es, als wenn das Verhältnis bestünde, dass die mit Granat aggregirten Mikrosommitte die chlorarmen und schwefelsäurereichen, die in Glimmerblöcken sitzenden dagegen die schwefelsäurearmen und chlorreichen Varietäten repräsentiren.

Im Dünnschliff ist der Mikrosommit nicht so gut charakterisirt, und ziemlich leicht mit Sanidin zu verwechseln, doch unterscheidet ihn die Spaltbarkeit. Dieselbe ist ausserordentlich gut entwickelt und die Spalten erscheinen im Gesichtsfelde wie haarscharfe Linien, während sie beim Sanidin gröber sind und nicht so vollkommen tadellos gerade verlaufen. Das sicherste Unterscheidungsmerkmal bleibt jedoch die gerade Auslöschung des Mikrosommits.

An Einschlüssen ist der Mikrosommit arm, am häufigsten finden sich Eisenglanzlamellen, die auf den Spalten secundär abgelagert zu sein scheinen, auch Granat, Augit, Glimmer und Wollastonit treten vereinzelt auf.

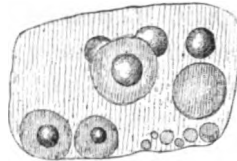
Neben der Spaltbarkeit zeigen sich zahlreiche nach *c* gestreckte längere oder kürzere haarfeine Canäle, die wie Striche die Substanz durchziehen.

In dem Mikrosommit eines Glimmerblockes fanden sich mit Entglasungsproducten erfüllte Glaseinschlüsse, deren Durchmesser 0.1 Millimeter erreichte. Auffallend war bei diesen Glaseinschlüssen,

dass die in denselben auftretenden öltropfenartigen Gebilde zum Theile, wie der eigentliche Glaskörper, Bläschen enthielten (Fig. 8).

Es ist dies das einzige Vorkommen von Glaseinschlüssen; Einschlüsse mit Bläschen kommen zwar nicht selten vor, doch sind dieselben jedenfalls mit Flüssigkeiten erfüllte Cavitäten, auch erreichen dieselben nie so beträchtliche Dimensionen, sondern sind immer äusserst winzig.

Fig. 8.



Recht eigenthümlich gegenüber dem Nephelin ist das optische Verhalten des Mikrosommits. Derselbe zeigt nämlich immer äusserst lebhaftes Sanidin-, selbst muscovit-ähnliche Polarisationsfarben, und nicht, wie Bertrand angibt, schwache nephelinähnliche Doppelbrechung. Möglich, dass sich die haarfeinen Krystallnadeln in den recenten vesuvischen Auswürflingen anders verhalten mögen, für den Mikrosomit der Sommaauswürflinge hat dies sicher keine Gültigkeit.

Die Sodalithgruppe ist in den Sommaabläcken durch die beiden Minerale Sodalith und Hauyn vertreten; Nosean, der z. B. in den Auswürflingen des Laacher Sees reichlich vorkommt, ist in denen der Somma bis jetzt nicht beobachtet, und auch mir war es nicht möglich ihn nachzuweisen.

Was zunächst das Vorkommen beider anbetrifft, so gehören sie zu den Mineralen, die die Ausfüllung der Drusen bilden.

Charakteristisch für den Sodalith ist es, dass er fast stets mit Sanidin vorkommt. In diesen Blöcken tritt der Sodalith gleichsam als körniger Gemengtheil der Masse auf, ohne krystallographisch ausgeprägte Umgrenzung, selten in aufgewachsenen Krystallen; in schönen isolirten Krystallen dagegen findet er sich in den Blöcken, die ein Gewirr von Augit, Hornblende und Glimmer darstellen. Endlich tritt der Sodalith noch in den typischen Kalkblöcken auf und sitzt da stets mit Mejonit, Augit, Leucit etc. in einzelnen Krystallen in den Drusen.

Der Hauyn findet sich, im Gegensatze zum Sodalith, nicht in echten Eisspathblöcken, sondern entweder zusammen mit Augit, Glimmer, Spinell und Olivin, oder als aufsitzende Krystalle in den Drusenräumen der Kalkblöcke; bisweilen sind in ersterem Falle die Gemengtheile in Zonen angeordnet, ganz ähnlich, wie es G. vom Rath an Blöcken aus dem Peperin beschreibt.



Ganz bezeichnend für den Hauyn ist ferner sein Auftreten in umgewandelten alten Laven, er bildet da zuweilen bis  $\frac{2}{3}$  der ganzen Masse. So betheiligte sich an der Zusammensetzung eines hauynführenden Blockes, ausser Augit und Glimmer, noch Nephelin, Sanidin, Apatit, Magnetkies und aus der Zersetzung des letzteren hervorgegangenes Eisenoxyd. Dies Gemenge sass in einzelnen Partien an einem Leucitophyrblock, der durch Fumaroleneinwirkung gebleicht und bröcklich geworden war, ausserdem untrügliche Spuren an sich trug, dass er kurz vor oder bei seinem Auswurf der Glühhitze ausgesetzt war, da die Oberfläche an einigen Stellen mit einer firnisartigen, äusserst feinen Glashaut überzogen war. Auf dieses, von den anderen etwas abweichende Vorkommen, sei es mir gestattet später noch einmal speciell zurückzukommen.

Der Sodalith bildet da, wo er in Krystallen auftritt, also besonders in den Augit-Glimmer-Hornblende-Aggregaten, wasserklare Rhombendodekaëder, ohne anderweitige Nebenformen, mit scharfen Contouren, ohne irgend welche Unregelmässigkeiten. Auch im Innern zeigen dieselben fast ideal reine, einschlussfreie Substanz.

Nicht so regelmässig sind die bisweilen in Sanidinblöcken sitzenden Krystalle; sie lassen zwar die Krystallform noch deutlich erkennen, aber die Kanten sind nicht scharf, sondern abgerundet, wie abgeschmolzen, ähnlich dem Kalkspath, der nur in kugligen Gebilden auftritt, und so zeigte auch eines der mir vorliegenden Handstücke die Etiquette „Sodalith“, während die betreffenden Körner nur Kalkspath in der für ihn typischen Ausbildung waren.

Doch nicht die Kanten allein sind abnorm, auch die Flächen besitzen Vertiefungen, die oft abgerundet treppenförmig sich einsenken. Die Farbe ist nicht so wasserklar, sondern durch Einschlüsse erhält sie eine milchige Trübung; auch durch eingelagerte Augite grünlich gefärbte Sodalithe kommen vor.

Im Dünnschliff unter dem Mikroskop betrachtet, bildet der Sodalith gleichsam das Ausfüllungsmaterial zwischen den das Gerippe darstellenden Sanidinleisten, äusserst selten zeigt er eine Spur krystalliner Umgrenzung, so dass man ihn vielleicht mit Glas oder porodin-amorpher Masse verwechseln könnte, spräche dagegen nicht die allzu wasserhelle Substanz, die bisweilen deutlich zu erkennenden dodekaëdrischen Spaltungsrichtungen und vor Allem die reguläre Form der Glas- und anderen Einschlüsse, die entweder quadratische

oder hexagonale Umgrenzung aufweisen, wofür sich bei einer amorphen Masse wohl kaum eine Erklärung finden liesse.

Dodekaëdrische Spaltbarkeit ist, wie erwähnt, bisweilen gut wahrzunehmen, gewöhnlich jedoch zeigen die Sodalithe rissige, brüchliche Beschaffenheit. Auf den Wänden dieser meist feinen Sprünge finden sich zarte quadratische, farblose, anscheinend isotrope Blättchen, die im gewöhnlichen Lichte kaum wahrnehmbar, und die nur das ausgezeichnete Instrument, das mir zu Gebote stand, zu sehen gestattete. Sie sind bisweilen treppenförmig aneinandergereiht, oder an den Ecken rechtwinkelig eingebuchtet und erreichen eine Grösse bis 0.009 Millimeter. Sie sind jedenfalls nicht fremde Gebilde, sondern zarte Erhöhungen auf den Wandungen des Sodaliths und wohl nur Wachstumserscheinungen, oder auch vielleicht den Aetzfiguren analoge Bildungen. Wenn in den Spalten ein fremdes Mineral abgeschieden ist, so treten sie bei gekreuzten Nicols als schwarze Quadrate aus der polarisirenden Masse desselben hervor.

An Einschlüssen sind viele Sodalithe reich, wenngleich nie in dem Grade, wie die Glieder der Sodalithgruppe in den vulkanischen Gesteinen. Alle vesuvischen Sodalithe führen Einschlüsse mit Kochsalzwürfeln, die bisweilen in grosser Zahl den Raum erfüllen. Neben den Chlornatriumeinschlüssen finden sich noch Gasporon, und, wenn auch nicht in allen Blöcken, prachtvolle Glaseinschlüsse. Die letzteren besitzen ziemliche Grösse, hellgrüne Farbe und enthalten gewöhnlich 3, 4 und noch mehr Bläschen. Anfänge von Entglasung machen sich hie und da bemerkbar, auch zeigen sich in dem Glase bisweilen jene rundlichen, öltropfenartigen Gebilde. Mit den Glaseinschlüssen zu gleicher Zeit treten auch die Kochsalzeinschlüsse auf, ja an einer Stelle findet sich ganz unverkennbar ein Einschluss mit Würfeln in einem Glaseinschluss; die Kanten der Würfel machen hierbei den Eindruck, als wären sie abgeschmolzen (Fig. 9).

Die Hohlräume, seltener die Kochsalz- oder Glaseinschlüsse geben häufig äusserst scharf die negative Krystallform des Sodaliths wieder und zeigen nicht selten, besonders in kleinen Körnern, centrale Anhäufung.

Wie bei den Noseanen und Hauynen der krystallinen Gesteine, so finden sich auch bei dem vesuvischen Sodalith mit schwarzem Staub erfüllte Stellen, nur tritt diese Erscheinung nicht so häufig auf, auch lässt sich der Staub bei stärkerer Ver-

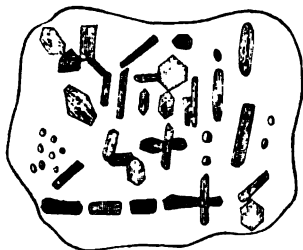
Fig. 9.



grösserung zum Theil in seine Bestandtheile zerlegen; doch gibt es auch solchen, der selbst der stärksten Vergrösserung spottet. Die schwarzen Partikel sind immer central angehäuft und zerfallen in zwei Typen:

1. rundliche, bis scharf hexagonal umgrenzte Tafeln;
2. stabförmige Gebilde mit abgerundeten oder zugespitzten Enden (Fig. 10). Beide Variationen repräsentiren jedenfalls ein und das-

Fig. 10.



selbe Mineral und die stabförmigen Gebilde sind nur nach einer Richtung verlängerte Hexagone, denn zwischen beiden finden auch Uebergänge statt. Die schwarzen Stäbe sind nun so angeordnet, dass ihre Richtungen 4 unter  $45^\circ$  sich kreuzende Linien repräsentiren.

Ein Theil der hexagonalen Blättchen spiegelt bei einer gewissen Stellung zu gleicher Zeit ein, d. h. die Blättchen sind parallel gelagert und es steht ihre Richtung sicher in engem Zusammenhange mit der krystallographischen Begrenzung des Sodaliths; doch war etwas näheres nicht zu ermitteln, dazu würden orientirte Schliffe erforderlich sein. Der Reflex, den die Kryställchen gaben, war stark metallisch, was mit Berücksichtigung der Form vielleicht auf Titaneisen schliessen lässt. Die Breite der Lamellen beträgt bis 0.010 Millimeter, die Länge der Leisten bis 0.014 Millimeter. Diese Einschlüsse finden sich nur im Sodalith, nicht in den anderen Gemengtheilen des Blockes. Neben den bis jetzt erwähnten Einschlüssen finden sich vor allen Dingen noch Augitkryställchen, dann auf Spalten abgeschieden Calcit, ferner Glimmer, Apatit in langen quergegliederten Nadeln, Nephelin etc.

Bei gekreuzten Nicols gibt der Sodalith gewöhnlich ein vollkommen dunkles Feld, doch zeigen sich ab und zu Anomalien; dieselben weisen dadurch, dass sie ebenfalls in concentrischen polyedrisch gestalteten Zonen auftreten, grosse Analogie mit den Erscheinungen der Doppelbrechung am Granat auf, wenngleich sie nie die Lebhaftigkeit derselben erreichen. Auch hier scheint es, wie es Klein am Granat nachgewiesen hat, dass die Anomalien im engsten Zusammenhange mit der krystallographischen Umgrenzung stehen.

Der blaue Hauyn ähnelt in seinem ganzen Habitus ausserordentlich dem Sodalith. Seine Krystalle zeigen in noch viel höherem Grade die scheinbare Anschmelzung, auch nicht ein einziger von allen mir vorliegenden Hauynen zeigte scharfkantige Formen, immer sind es abgerundete Körner, die bisweilen kaum noch das ihnen zu Grunde liegende Rhombendodekaëder erkennen lassen. Die Flächen sind, wie beim Sodalith, bisweilen vertieft. Die Farbe ist himmelblau, oft sehr ausgeblasst und da die Krystalle häufig sehr klein sind, so macht es bisweilen ganz den Eindruck, als ob eine blaue Emaille die Drusenwand überziehe.

Auch als Einschluss in anderen Mineralen tritt der Hauyn auf und hat dann, da er stets rundlich contourirt ist, ganz das Aussehen eines blauen Glastropfens. So fand ich ihn auch in einem Wollastonitblock, wie sie ab und zu als Einschluss in der Lava des Capo di Bove stecken. Er liegt da in den grösseren Wollastonitkrystallen und zeigt bisweilen Andeutungen von den bekannten schwarzen Strichsystemen. Es ist dies zwar kein vesuvisches Vorkommen, aber diesem doch ausserordentlich ähnlich, auch wohl in Bezug der Entstehung.

Im Dünnschliff werden die Hauyne ganz lichtblau, bis fast vollkommen farblos, und zwar ist die Farbe gleichmässig vertheilt und nicht, wie so oft bei den Hauynen der Eruptivgesteine in Flecken und Streifen angeordnet oder aufs Innere beschränkt; nur in einem Falle schien die Intensität der Farbe nach dem Rande zu etwas zuzunehmen.

An Einschlüssen ist der Hauyn arm, am meisten umhüllt er noch Augitkryställchen, und zwar bisweilen in solcher Zahl, dass der Hauyn nur noch gleichsam den Kitt derselben bildet.

Ein ziemlich constanter Begleiter des Hauyns ist der Magnetkies, der jedoch stets schon zum Theil der Zersetzung anheim gefallen ist. Glas-, sowie Kochsalzeinschlüsse habe ich nicht gefunden, dagegen fehlen selten Gasporen. Ein Hauyn zeigte in seiner Masse schwarze, haarförmige, in einander verschlungene Gebilde, die in ganz regellosem Gewirr die Masse erfüllten; bei starker Vergrösserung lösten sich die Haare in aneinandergereihte, länglich-runde winzige Gasporen auf. Eine dodekaëdrische Spaltbarkeit ist nur selten wahrzunehmen, die Sprünge verlaufen ganz unregelmässig. Optische Anomalien habe ich nirgends beobachtet.

Die vesuvischen Hauyne bieten demnach nicht viel Interessantes und lassen sich nicht im Entferntesten ihren Verwandten in den plutonischen Gesteinen an die Seite stellen und doch erregte ein Vorkommnis mein ganz besonderes Interesse; es war dasjenige des schon oben beschriebenen Leucitophyrblockes mit dem zerfressenen, corrodirtten Ansehen.

Derselbe ist an den Stellen, wo der Hauyn auftritt, metamorphosirt: aus dem Gestein ist der Leucit verschwunden, ebenso Olivin und Magneteisen, die als typische Gemengtheile den intacten Theil des Blockes mit zusammensetzen und dafür ein Gemenge entstanden von Augit, Nephelin, Hauyn, Magnetkies und einem farblosen sanidinähnlichen Mineral. Der Hauyn ist schön himmelblau, im Dünnschliff jedoch an und für sich vollkommen farblos und nur fleckenweise blau gefärbt.

Dass die blauen Krystalle wirklich Hauyn und nicht etwa Sodalith sind, ergab die Analyse einiger Körner, die wegen Mangels an Material nur qualitativ ausgeführt werden konnte. Das Mineral enthielt:  $SiO_2$ ,  $Cl$  (Spuren),  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  (nicht oder nur spurenhaltig),  $H_2SO_4$  (ziemlich viel), also alle Bestandtheile typischer Hauyne. Dass die Hauynsubstanz an und für sich farblos ist, kann uns nicht Wunder nehmen, da in den Gesteinen ebenfalls neben blauen auch unzweifelhaft farblose Hauyne vorkommen; ausserdem hat G. vom Rath in den Blöcken, die im Peperin der Albaner Berge sitzen und den vesuvischen ausserordentlich ähneln, ebenfalls farblosen Hauyn gefunden.

In dem Hauyn sitzen zahlreiche Augitkrystalle und weniger häufig, aber immerhin nicht selten, Magnetkieskörner. Diese letzteren zeigen sämmtlich einen rothbraun durchscheinenden Rand, sind also zum Theil in Eisenoxyd umgewandelt, bisweilen ist auch die ganze Magnetkiessubstanz verschwunden und nur das zurückgebliebene Eisenoxyd liefert den Beweis seiner früheren Existenz. Um diese zersetzten Körner von Schwefeleisen concentrirt sich nun stets die blaue Färbung, und zwar ist sie dicht um das Korn am intensivsten und schwächt sich nach Aussen hin allmählig ab, bis zur vollkommenen Farblosigkeit der übrigen Hauynsubstanz. Stecken die Magnetkieskörner in anderen Mineralen, so haben sie zwar die gleiche Zersetzung erlitten, aber nie zeigt sich auch nur die Spur einer Blaufärbung, dieselbe beschränkt sich eben nur auf den Hauyn. Es ist

nun ganz unzweifelhaft, dass mit der Zersetzung des Magnetkieses die Blaufärbung des Hauyns im engsten Zusammenhange steht, und ebenso dürfte wohl auch nicht bezweifelt werden, dass nicht das Eisenoxyd die Färbung bewirkt, sondern der aus dem Magnetkies hervorgegangene Schwefel, sei es nun als solcher selbst oder in Gestalt von schwefeliger Säure oder irgend einer anderen Sauerstoffverbindung.

Dass der Schwefel beim Glühen mit den Mineralen der Sodalithgruppe eine Blaufärbung derselben bewirkt, ist eine schon lange bekannte Thatsache, die durch die Versuche A. Knop's und Dressel's dargethan ist. Man sieht nun im vorliegenden Falle, dass der Schwefel auch in der Natur, wie man es schon vielseitig vermuthet hat, dasjenige Mittel ist, das die Blaufärbung hervorrufen kann.

Und warum sollte diese Entstehung der blauen Farbe nicht auch auf den Lasurstein, vielleicht auch in gewissen Fällen auf die Hauyne der Eruptivgesteine Anwendung finden können? Wäre es nicht möglich, dass die blaue Farbe da auf ganz ähnliche Weise, nur unter anderen Verhältnissen vielleicht entstünde?

Die Ansicht, dass die blaue Farbe durch die optische Wirkung schwarzer und weisser Mischungsbestandtheile bedingt werde, wie sie Stein aufgestellt hatte, indem er annahm, dass die Färbung der Hauyne durch fein vertheiltes schwarzes Schwefelaluminium erfolge, ist wohl als aufgegeben zu betrachten; wie sollte man sich auch im vorliegenden Falle eine solche Imprägnirung mit isolirten festen Partikeln von dem Magnetkieskorn aus denken?

Es bleibt nur noch übrig: die Annahme eines färbenden Pigmentes, oder die Annahme, dass die Blaufärbung auf einer gewissermassen „optischen Umgruppierung“<sup>1)</sup> der Moleküle des Hauyns beruhe. Dass letzteres nicht der Fall sein kann, beweist wohl, dass die blaue Farbe beim Glühen des erwähnten Dünnschliffs an der Luft schon bei nicht zu starker Gluth verschwand, während sie beim Glühen unter Luftabschluss sich unverändert erhielt, obgleich die Hitzegrade viel bedeutendere waren. Zugleich beweist dieser Versuch, dass das anzunehmende Pigment kein flüchtiger Körper, z. B. nicht etwa eine, in die Hauynsubstanz eindringende selbstständige Schwefelverbindung sein kann, denn dann wäre nicht einzusehen, warum sie sich im Glasrohr bei stärkerer Hitze nicht ebenfalls verflüchtigte. Es bleibt

<sup>1)</sup> Vogelsang, Ueber natürliche Ultramarinverbindungen, pag. 37.

nur das eine übrig, die Annahme einer oxydirbaren Schwefelverbindung, die mit der Hauynsubstanz in enge chemische Verbindung tritt.

Schweflige Säure kann wohl die Ursache zu der Blaufärbung nicht sein, denn dann wäre es unbegreiflich, warum beim Glühen des Dünnschliffs unter Luftzutritt, wo doch alle Bedingungen zur Bildung von schwefliger Säure aus dem noch vorhandenen Magnetkies gegeben sind, eine Entfärbung erfolgt; man müsste dann ja eine Zunahme der Intensität der Farbe erwarten. Es kann also nur der Schwefel, oder eine höher geschwefelte Säure, in Verbindung mit der Hauynsubstanz oder deren Elementartheilen als die Farbe hervorrufendes Agens betrachtet werden. In dem erwähnten Block ist nun allem Anschein nach der Schwefel des Magnetkieses durch Glühhitze ausgetrieben und wirkte auf die ihn dicht umgebende Hauynsubstanz ein, während das Eisen sich zu Eisenoxyd umbildete.

Der farblose Hauyn ist hier sicher nicht etwa ein Contactproduct der glühenden Lava, denn man findet in keinem der secundär gebildeten Gemengtheile des veränderten Leucitophyrs Glaseinschlüsse, die doch sonst in fast allen Mineralen stecken, welche ihre Entstehung solchen Einflüssen verdanken. Es ist anzunehmen, dass der Leucitophyr durch Fumarolenthätigkeit umgewandelt wurde: durch Einwirkung von Wasserdampf, schwefliger Säure, Salzsäure, Schwefelwasserstoff etc., welche Gase ja sämmtlich am Vesuv nachgewiesen worden sind. Auf diese Weise, bei geringen Hitzegraden, konnte die Hauynsubstanz farblos neben dem sich bildenden Magnetkies auskrystallisiren, und erst, als bei dem späteren Auswurf der Block der Glühhitze der flüssigen Lava ausgesetzt wurde, da bildete sich an den Contactstellen mit dem Magnetkies die blaue Farbe im Hauyn.

Ganz ähnliche Processe, wie die eben beschriebenen, mögen sich auch bei der Bildung mancher Lasursteine abgespielt haben. Schon von Alters her ist der Schwefelkies als charakteristischer Gemengtheil des Lasursteins bekannt, ferner deutet der ebenfalls damit auftretende Kalkspath und das „skapolithartige“ Mineral auf secundäre plutonische Bildung aus dem Kalkstein. Nordenskjöld gibt z. B. an: „dass die eigenthümlich hochblaue Farbe des Lasursteins vom Baikalsee selten natürlich, sondern gewöhnlich entweder durch Einfluss eines Vulcans oder, was noch wahrscheinlicher, durch künstliche Erhitzung erzeugt worden ist.“

Es existiren nun Versuche, dass der Hauyn, respective der von *Vogelsang* mit ihm identificirte Nosean, durch blosses Glühen eine hochblaue Färbung annehmen. So würde ein Stück Lasurstein vor dem Löthrohr hochblau, gleichviel, wie es vorher gefärbt war. Doch ist damit sicher, falls wirklich die Erhitzung unter genügender Luftzufuhr erfolgte, nichts Gegentheiliges erwiesen, denn erstens waren es dickere Stücke, die man erhitze, in die natürlich die Luft nur sehr langsam oxydirend eindringen konnte, und dann gibt *Nordenskjöld* selbst an, dass die blaue Farbe gefärbter Stücke sich beim Erhitzen an einigen Stellen concentrirte. Sollte es nicht vielmehr umgekehrt sein, sollte nicht die blaue Farbe nach ihrem Ausgangspunkt durch Oxydation zurückgedrängt sein? Bei längerem Erhitzen würden sicher auch diese letzten blauen Stellen verschwunden sein.

Dass die Blaufärbung nicht in allen Hauynen durch Erhitzung hervorzurufen ist, ist eine bekannte Thatsache, und weist wiederum darauf hin, dass eine fremde Beimengung in der Hitze die blaue Färbung durch ihre Einwirkung bedingt. Die Ansicht *Vogelsang's*: „dass derartige Noseane ihrem Molecularzustand gemäss zu der Färbung nicht geeignet seien, oder nicht in der richtigen Weise erhitzt wurden“, ist doch wohl nur ein Nothbehelf in Ermangelung einer besseren Erklärung.

In fast allen Noseanen und Hauynen der Eruptivgesteine existirt ein schwarzer Staub, der ganz charakterisch, aber bis jetzt noch nicht auf seine wirklichen Bestandtheile hin genügend untersucht ist. Sollte derselbe nicht vielleicht zum Theil aus Schwefelmetallen bestehen, die beim Glühen dann die blaue Farbe hervorrufen? *Vogelsang* gibt selbst an, dass in dem grobkörnigen Leucitgestein von Rieden die im Nosean eingelagerten dunklen Kryställchen bei günstig auffallendem Lichte immer einen goldig funkelnden Metallreflex zeigen.

Es lässt dies sicher auf Schwefeleisen schliessen, obgleich dies *Vogelsang* nicht direct ausspricht, ja am Schlusse seiner Abhandlung das Vorkommen von Schwefelverbindungen des Eisens ganz bestreitet. Wäre es nun nicht möglich, dass alle durch Glühen sich blaufärbenden Noseane und Hauyne derartige Erzpartikel umschliessen, während die farblos bleibenden eben keine Schwefelverbindungen, sondern vielleicht Magneteisen etc. enthielten? Wenn *Vogelsang* angibt, dass gerade die blauen Varietäten mit Säuren wahrnehmbare Mengen von Schwefelwasserstoff entwickeln, nicht die schwarzen, so lässt sich das mit dem



eben Gesagten ganz gut vereinbaren und kann durchaus nicht als Beweis gegen das Auftreten von Schwefelmetallen angeführt werden, abgesehen davon, dass die Erzpartikel vielleicht Eisenkies sind, der sich ja in Salzsäure, die bei allen diesen Versuchen wohl angewendet wurde, so gut wie nicht löst und bei der jedenfalls äusserst geringen Menge leicht übersehen werden konnte.

Das bisher Gesagte soll vielleicht dazu dienen, die Entstehung der blauen Farbe im Lasurstein und künstlich geblühten farblosen Hauynen und Noseanen zu erklären, doch ist in den Eruptivgesteinen diese secundäre Art der Entstehung wohl für gewöhnlich nicht anzunehmen. Man muss hier zu der Hypothese greifen, dass während der Bildung der Schwefel als solcher, oder in zersetzbaren Verbindungen, wie er in der Masse mit enthalten ist, direct auf die Hauynsubstanz eingewirkt habe. Doch bleibt es dann immerhin seltsam, dass in demselben Gesteine farblose Hauyne neben gefärbten vorkommen, da man doch annehmen muss, dass der Schwefel gleichmässig in der ganzen Masse vertheilt ist und somit auch gleichmässig auf alle sich ausscheidenden Hauyne einwirken kann.

Es soll nun durchaus nicht behauptet werden, dass alle Hauyne der Auswurfsblöcke und der Lasurstein ihre blaue Farbe der Zersetzung von eingeschlossenen Schwefelmetallen in der Glühbitze verdanken, es ist dies nur eine Art und Weise, wie die Blaufärbung ermöglicht werden kann. Am Vesuv kommen auch Stücke von Hauyn vor, die nicht so direct mit Schwefeleisen vergesellschaftet sind und unzweifelhaft ihre blaue Farbe schon bei der Entstehung erhalten haben, ja es ist dies sogar der gewöhnliche Fall. Die Blaufärbung geschah hierbei vermuthlich durch directe Einwirkung von Schwefelverbindungen auf die bei höheren Hitzegraden sich bildenden Hauynkrystalle, die gleiche Entstehung ist wahrscheinlich auch bei dem Lasurstein anzunehmen.

Auf welche Weise diese Processe zu denken sind, ist wohl schwer zu erklären, nur das Eine steht fest:

Ursprünglich, der Hauynsubstanz an und für sich eigen, ist die blaue Farbe auf keinen Fall, sondern sie wird durch fremde Einwirkung hervorgerufen und der Körper, der dies bewirkt, ist der Schwefel. Die Annahme höher geschwefelter Säuren ist schon deshalb sehr unwahrscheinlich, da diese sämmtlichen Säuren und ihre Salze erfahrungsgemäss so wenig beständig sind, dass sie eine Steigerung

der Temperatur bis zur Glühhitze wohl kaum ohne Zersetzung vertragen würden.

Der Wollastonit bietet wenig Interessantes dar. Er sitzt gewöhnlich in den Drusen als einzelne, tafelförmige Krystalle oder zugeschärfte Nadeln, die weiss und undurchsichtig sind in Folge der beginnenden Zersetzung.

Charakteristisch ist das häufige Zusammenvorkommen mit dem eigentlichen Melilith und dem Sarkolith, das Fehlen in den Humboldtilithaggregaten. Des aus Wollastonit und Leucit bestehenden Blockes ist schon früher Erwähnung gethan.

Im Dünnschliff ist der Wollastonit neben dem starken Relief durch seine, immer in gleicher Weise wiederkehrenden Zersetzungserscheinungen charakterisirt; dieselben leiten sich nämlich dadurch ein, dass von den Polen der Längserstreckung der Krystalle, also vom Klinopinakoid aus, unzählige spitze Zacken in die klare Wollastonitmasse eindringen (Fig. 11). Schreitet die Zersetzung weiter fort, so setzen sich neue Spitzen, gleichsam wie Tuten auf die ersten auf, bis sie so endlich den ganzen Krystall erfüllen und in eine undurchsichtige Masse umwandeln, der als weiteres Stadium der Zersetzung eine Verwitterung zu trübem, kohlensaurem Kalk folgt. Ist der Krystall grösser, so erfolgt die zackenartige Absonderung auch bisweilen zu gleicher Zeit von Querspalten aus, aber immer verläuft sie parallel der Orthodiagonale. Diese Zersetzungserscheinungen sind für den vesuvischen Wollastonit so charakteristisch und treten so constant auf, dass sie den Wollastonit sofort im Dünnschliff erkennen lassen.

Fig. 11.



Wenn sie in geringer Zahl auf den Spalten sitzen, so erinnern diese Gebilde unwillkürlich an die Pflöckstructur des Humboldtiliths, nur dass hier die Kegel eine viel stumpfere Spitze besitzen, als bei letzterem, das haben sie aber z. B. gemeinsam, dass sie auf die Polarisation des Kornes keinen Einfluss ausüben. Fremde Einschlüsse fehlen fast vollständig.

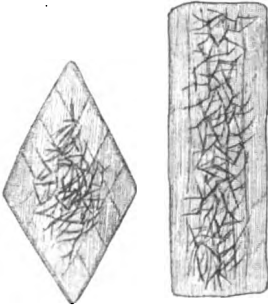
Ich habe den Wollastonit nie anders, als in Drusen auskrystallisirt gefunden, dagegen erwähnt G. vom Rath einen Block, bei welchem es scheint, als sei der Wollastonit ein directes Metamor-

phosirungsproduct des Apenninenkalkes. entsprechend der Umwandlung in Forsterit, Glimmer und Augit. Es würde dies dann eine von der normalen sehr abweichende Umbildung des Kalkes repräsentiren.

Die Hornblende tritt immer mit Eisspath vergesellschaftet auf, schon seltener in granatreichen Blöcken, dagegen ist sie wohl noch nie in Drusen typischer Kalkblöcke aufgefunden worden. Wo sie frei auskrystallisirt ist, bildet sie stets prächtige, scharfkantige, schwarze, glasglänzende Krystalle, die einen grossen Reichthum an scharf einspiegelnden Flächen aufweisen. Nirgends habe ich auch nur eine Spur von Anschmelzung gefunden. Der Amphibol sitzt entweder in Höhlungen der Eisspathblöcke, immer dann mit Augit vergesellschaftet, mit dem zusammen er auch die in den Sanidinaggregaten auftretenden dunklen Bänder zusammensetzt, oder er ist in einzelnen Kryställchen durch die Masse zerstreut. Diese letzteren zeigen meist nicht so ideale Krystallgestalt, wie die frei ausgebildeten Individuen. Endlich bildet die Hornblende noch, wenn auch seltener, mit Glimmer, Augit, sowie accessorischem Vesuvian, Granat, Sodalith etc. compacte krystallinisch körnige Massen.

Im Schliff wird sie nur sehr schwer durchsichtig, aber bei genügender Dünne zeigt sie dann schöne dunkelblaugrüne Farben, selten braune Töne, wie die basaltische Hornblende. Zwillinge sind durchaus keine Seltenheit. ja selbst ganz lange, schmale Nadeln zeigen sich bisweilen aus 2 verzwilligten Individuen aufgebaut. Zwillingsebene ist wohl überall das Orthopinakoid.

Fig. 12.



Als Einschlüsse finden sich bisweilen Glimmerblättchen, die dann gewöhnlich central angehäuft sind, so dass ein vollkommen glimmerfreier Rand den Kern umschliesst (Fig. 12). In den kleineren Hornblendennadeln stellen sich bisweilen dunkle Erzpartikel ein, die in Folge ihres ganzen Verhaltens nur als Magneteisen gedeutet werden können. Dieselben nehmen wohl so überhand, dass sie die Hornblendemasse fast vollkommen verdrängen; doch sind sie immer ganz ge-

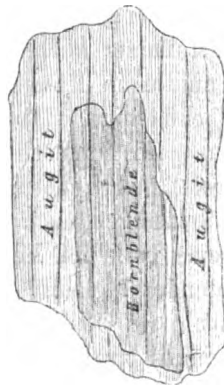
setzlos eingelagert und zeigen nicht eine randliche Anhäufung, wie bei manchen Hornblenden der Eruptivgesteine. Sanidin ist ebenfalls nicht selten eingeschlossen, ja die Betheiligung kann eine so starke

sein, dass das Ganze wie ein Gemenge von Sanidin und Amphibol aussieht, und doch beweist die einheitliche Auslöschung des letzteren, dass wir es mit einem einzigen Hornblendeindividuum zu thun haben, das nur mit zahllosen Sanidinbrocken erfüllt ist. Andere Einschlüsse sind selten, z. B. Gasporen und Einschlüsse mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln; Glaseinschlüsse habe ich nirgends gefunden. Im Ganzen herrscht die auffallende Regel, dass die grösseren Krystalle viel weniger Einschlüsse beherbergen, als die kleinen.

Von dem Augit, mit dessen dunklen Varietäten sie vielleicht verwechselt werden könnte, unterscheidet die Hornblende sofort der ausserordentlich starke Pleochroismus. Derselbe gibt dem der Biotite kaum etwas nach; die Farben schwanken zwischen lichtgelbgrün und dunkelblaugrün bis fast schwarz, welche Farbenunterschiede am intensivsten bei annähernd basischen Schnitten hervortreten. Die Auslöschungsschiefe ist dagegen der des Augits, zumal des Diopsids, ausserordentlich genähert, indem sie stets circa  $30^\circ$  beträgt, also bedeutend mehr, als die der gewöhnlichen Hornblende. Dass das Mineral aber wirklich Amphibol und nicht etwa ein stark pleochroitischer Augit ist, das beweisen die in basischen Schnitten unter  $124^\circ 5'$  sich kreuzenden Spaltungsrichtungen.

Interessante Verwachsungen von Augit und Hornblende zeigte ein Granatblock. Dieselben weichen insofern von den bisher bekannten ab, als nicht der Augit den Kern bildet, an oder um welchen die Hornblende sich lagert, sondern in der Mitte befindet sich ein, durch seinen Pleochroismus charakterisiertes Hornblendekorn, und dieses wird umschlossen von einer einheitlichen Augitrinde (Fig. 13). Hierbei verlaufen die Spaltungsrichtungen beider parallel, nur die Auslöschungsschiefen weichen natürlich von einander ab. Es herrscht demnach hier wohl dasselbe Gesetz, welches G. vom Rath bei den Verwachsungen von Augit und Hornblende in den Vesuviusauswürfen vom Jahre 1872 nachgewiesen hat, dass nämlich beide Mineralien  $c$ , sowie einige Krystallflächen gemeinsam haben. An eine Umwandlung des Amphibols in Pyroxen ist im vorliegenden Falle sicher nicht zu denken, da beide vollkommen frisch sind und der Augit in keiner

Fig. 13.



Weise etwa in die Hornblende eingreift sondern eine einfache Umlagerung vorliegt, wie sie umgekehrt ja gar nicht so selten ist.

Sicher hat sich in den Somtablöcken auch Tremolit oder ein anderes eisenarmes Amphibolmineral früher in den Drusen ausgeschieden gehabt, ist aber später wieder vernichtet worden und nur noch die durch trübe Substanzen repräsentierten Krystallformen sind, soweit sie von fremden Substanzen umschlossen und conservirt wurden, erhalten geblieben. So treten besonders im Sanidin ziemlich häufig Nadeln auf, die die charakteristischen Winkelverhältnisse des Amphibols im Querschnitt zeigen, ohne dass das Mineral selbst noch vorhanden wäre, sondern das Ganze ist mit grauer, trüber Materie (jedenfalls Calcit, da die Substanz beim Betupfen mit Säuren braust) erfüllt, welcher Calcit wohl als Zersetzungsproduct zu betrachten ist.

Der Sanidin ist eines der für die Somtablöcke am meisten charakteristischen Minerale; wegen seines ausgezeichneten Glasglanzes, seiner Sprödigkeit und wasserklaren Substanz, hat man ihm den Namen Eisspath gegeben. Er tritt selten in einzelnen Krystallen in den Drusen auf, sondern bildet fast stets zusammenhängende Aggregate. Diese Blöcke sind gewöhnlich so locker in ihrem Gefüge, dass man sie mit Leichtigkeit zwischen den Fingern zerbröckeln kann. Dass dieselben nie aus reinem Eisspath bestehen, sondern stets noch Nephelin und Sodalith, dem blossen Auge meist nicht erkennbar, eingemengt enthalten, ist schon früher erwähnt worden. Dazu tritt fast immer auch noch in wechselnden Mengen Plagioklas. Wo der Sanidin in Höhlungen hineinragt, da bildet er immer prachtvolle ebenflächige, glänzende Krystalltafeln.

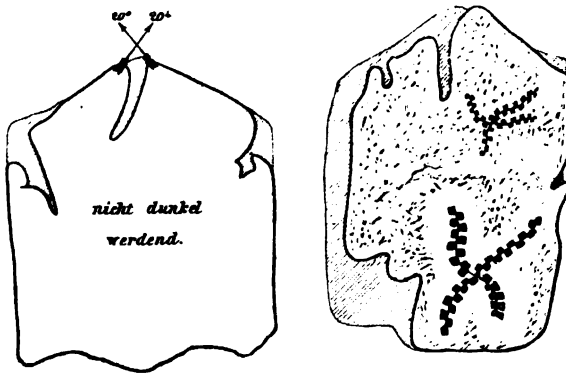
Im Dünnschliff zeigt er farblose, meist auch von Einschlüssen freie, homogene Durchschnitte, auch auffallenderweise Zwillingsverwachsungen nach dem Karlsbader Gesetz, nach einem anderen Gesetze habe ich keine gefunden. Als Einschlüsse treten Augit, Hornblende, Melanit, Titanit und viele andere Minerale auf, ferner ist noch die Continuität der Masse unterbrochen durch Gasporen, die immer parallel der Hauptspaltungsrichtung des Sanidins eingelagert sind, auch häufig äusserst scharf die negative Krystallgestalt des Eisspaths wiedergeben. Einschlüsse einer Salzsolution mit ausgeschiedenen Chlornatriumwürfeln sind nicht selten, dagegen sind grünliche Glaseinschlüsse auf ganz wenige Vorkommnisse beschränkt.

Glaseinschlüsse und Kochsalzeinschlüsse treten, wie im Nephelin und Sodalith, immer zu gleicher Zeit auf. Wohl überall finden sich neben den erwähnten Einschlüssen noch trübe, fetzenartig gestaltete Partikel in der Masse vor, wie sie schon beim Augit, Vesuvian u. A. beschrieben wurden.

In den Höhlungen eines typischen Sanidinaggregates sassen zarte hellgelbliche Blättchen, die ihrem äusseren Ansehen nach mit Glimmer, der auch in ganz ähnlichen Farben vorkommt, ausserordentliche Aehnlichkeit hatten, doch zeigte sich im Dünnschliff nirgends eine Betheiligung von Glimmer, der Block bestand nur aus Eisspath und Sodalith.

Eine mikroskopische Untersuchung der circa 1 Millimeter grossen Blättchen ergab nun, dass dieselben aus zwei Lamellen bestanden, die in Zwillingsstellung übereinander lagen. Nur wo die Ecken des einen Individuums über das andere hervorragten, da zeigte sich eine Auslöschungsschiefe gegen die Längskante von circa  $20^\circ$ , wobei das eine Blättchen bei einer Drehung nach rechts um diesen Winkel dunkel wurde, das andere bei einer Drehung nach links. Wo die Lamellen übereinander lagen, erfolgte natürlich überhaupt keine Auslöschung (Fig. 14).

Fig. 14.



Dass diese Gebilde keine Glimmerzwillinge sind, dafür sprechen verschiedene Gründe: Erstens weichen die Umgrenzungswinkel viel zu stark von  $120^\circ$  ab, um sie für blosse Unregelmässigkeiten zu erklären, dann könnte beim Glimmer bei einer Lagerung parallel *OP* nur schwache Polarisation erfolgen und müsste die Auslöschung

parallel oder senkrecht zu einer Seitenkante verlaufen; vielmehr drängt sich die Vermuthung auf, dass diese Gebilde wohl Sanidinzwillinge nach dem Karlsbader Gesetz sein könnten. Dafür spricht erstens die Art der Zwillingsverwachsung mit den überstehenden Ecken, zweitens der circa  $130^\circ$  betragende Winkel an der Spitze, ferner die Auslöschung von  $20^\circ$  gegen die Seitenkante (beim Sanidin beträgt die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid gegen die Kante  $\infty P \infty \infty P \infty$  circa  $21^\circ$ ) und endlich noch die lebhaften Polarisationsfarben.

Es würde das Ganze allerdings eine von der gewöhnlichen Art sehr abweichende Ausbildung der Karlsbader Zwillinge sein, indem die Individuen ausserordentlich dünn tafelförmig (die Dicke betrug höchstens 0.05 Millimeter) nach  $\infty P \infty$  entwickelt wären.

Die gelbliche Farbe der Blättchen rührte davon her, dass die Oberfläche mit zahllosen hellbraunen tropfenähnlichen Gebilden besetzt war, jedenfalls Eisenoxydhydrat; dazwischen lagen, von einem Centrum ausstrahlende, ophiuridenähnliche Gebilde, bestehend aus schwarzen Fäden, an denen reihenweise an beiden Seiten die braunen Tröpfchen sassen, oder aus aneinandergereihten Octaëderchen, jedenfalls von Magneteisen, die so geordnet waren, dass sie gleichsam alternirende Reihen bildeten, indem die als Quadrate erscheinenden Kryställchen immer nur mit einer Ecke sich berührten. In der Nähe der Magnetitkryställchen war stets ein klarer Fleck, gleichsam als hätten sie die sonst überall gleichmässig die Oberfläche bedeckenden Pünktchen in ihrer Umgebung absorhirt.

Nicht leicht vom Sanidin zu unterscheiden ist der Anorthit, da er verhältnismässig wenig zur Zwillingsbildung geneigt ist, und zwar scheint hierbei die Regel zu sein, dass, je kleiner die Körner sind, desto weniger auch eine Zwillingsstreifung auftritt. Bei feinkörnigen Aggregaten, wie sie der Anorthit bisweilen bildet, kann daher häufig nur die Analyse definitiven Aufschluss gewähren und wurde dieselbe auch in verschiedenen zweifelhaften Fällen ausgeführt.

Doch kommen glücklicherweise Sanidin und Anorthit nur selten miteinander vor, da der Anorthit, im Gegensatze zum Sanidin, meist in Kalkblöcken auftritt, oder in Glimmer-Augit-Aggregaten, die besonders durch ihren Spinellgehalt ihre Abkunft von typischen Kalkblöcken sofort verrathen.

Der Anorthit ist reich an Glaspartien und Kochsalzeinschlüssen. Ein an letzteren sehr reiches feinkörniges Anorthitgestein wurde behufs Feststellung der näheren Bestandtheile dieser Einschlüsse zerrieben und mit Wasser ausgezogen. In der Solution ergab Silbernitrat eine weisse, durch Ammon verschwindende Trübung, also *Cl*.

Die eingedampfte Lösung zeigte deutlich die Flammenreaction des Natriums, daneben, wenn auch bedeutend schwächer, die des Kaliums; ein Zusatz von Chlorbaryum verursachte ebenfalls eine deutliche, durch Zusatz von Salzsäure nicht verschwindende Trübung. Die Anwesenheit von Schwefelsäure ist somit erwiesen. Sorby <sup>1)</sup> hat die Flüssigkeitseinschlüsse einiger anderer Sommamminerale untersucht und hat ganz dieselben Bestandtheile gefunden, gibt aber ausserdem noch Magnesia an, die ich im vorliegenden Falle nicht nachweisen konnte.

Auffallend ist es, dass man in den Einschlüssen nicht auch Krystalle erblickt, die für schwefelsaures Natron oder Kali gehalten werden könnten (nur an einer Stelle schienen auch prismatische Krystalle in einem Hohlraum zu sitzen), sondern immer nur würfelförmige Gebilde. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass die geringen Mengen der schwefelsauren Salze in der Mutterlauge suspendirt bleiben und nur die in grösseren Mengen vorhandenen Chloralkalien auskrystallisiren.

In dem erwähnten Block war der Anorthit zum Theile der Zersetzung anheimgefallen, und als Verwitterungsproduct hatte sich in den mikroskopischen Hohlräumen des Gesteins in beträchtlicher Menge ein klares, zartfaseriges, zeolithisches Mineral abgesetzt. Um dessen Natur zu ergründen, wurde das Gestein mit Salzsäure behandelt. In Lösung gegangen war der Zeolith und der Anorthit, unlöslich geblieben der im Block vorhandene Glimmer, der Orthoklas, einige Körnchen von Plagioklas (Albit oder Oligoklas?), sowie Vesuvianbröckchen. Die Lösung enthielt:  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  (sehr wenig),  $K_2O$  (Spuren),  $Na_2O$  (wenig).

Der Zeolith, der hier als Umwandlungsproduct des Anorthits auftritt, kann demnach wohl nur ein sehr kalkreicher, alkalienarmer sein, vielleicht Gismondin?

In den Eisspathblöcken kommt neben dem Orthoklas immer Plagioklas vor, der in Folge seiner Unlöslichkeit in Säuren nicht

<sup>1)</sup> Microscop. Struct. of crystall. etc., pag. 28.



Anorthit sein kann, sondern wohl Albit oder Oligoklas oder Andesin oder mehrere zusammen, denn diese drei Minerale sind als auf-sitzende Krystalle in den Sommablöcken bereits nachgewiesen, und zwar kommt dieser Plagioklas durchaus nicht so selten vor, wie man wohl bisher angenommen hat, sondern bildet in allen Eisspath-aggregaten einen mehr oder weniger verbreiteten Gemengtheil, ja waltet selbst bisweilen vor dem Sanidin vor. In seinem Bau ähnelt er ganz dem letzteren; Glaseinschlüsse habe ich jedoch nur an einer Stelle gefunden.

Vom Sanidin unterscheidet diesen Plagioklas, besser als den Anorthit, sofort die im polarisirten Lichte hervortretende prächtige Zwillingsstreifung. Die Lamellen durchkreuzen sich bisweilen gitter-artig, indem sie zu gleicher Zeit nach dem Albit- als auch nach dem Periklingesetz verzwillingt sind.

Welcher Art der Plagioklas ist, ob Oligoklas, Andesin oder Albit, konnte durch Prüfung auf optischem Wege nicht ermittelt werden, da Spaltblättchen nicht zu erhalten waren, auch die in den Durchschnitten nur selten auftretenden Spaltrisse eine sichere Bestimmung der Aus-löschungsschiefe nicht gestatteten.

Um Aufschluss über die Art der Plagioklasbetheiligung in den Eisspathblöcken zu erhalten, wurde ein solcher zu Pulver zerrieben und mit Thoulet'scher Lösung behandelt, wobei sofort die Horn-blende in Folge ihres hohen specifischen Gewichtes zu Boden fiel. Beim Verdünnen bis auf das specifische Gewicht 2·635 fiel eine Partie des Pulvers, bei 2·603 eine zweite, bei 2·575 eine dritte und zuletzt der Eisspath selbst.

Diese drei Portionen wurden einer chemischen Analyse unterworfen, nachdem alle Unreinigkeiten so gut wie irgend möglich durch Auslesen entfernt wurden. Die quantitative Analyse der ersten Portion, die zweimal ausgeführt wurde, das eine Mal mit 0·82 Gramm, das andere Mal mit 0·799 Gramm Substanz, ergab:

	I	II	Durchschnitt
$SiO_2$ . . . . .	57·78	57·14	57·46
$Al_2O_3$ . . . . .	28·41	27·91	28·16
$CaO$ . . . . .	7·44	7·51	7·48

Auf eine Alkalienbestimmung wurde verzichtet, da die ge-fundenen Werthe für  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  und  $CaO$  schon einen sicheren Schluss auf die Natur des Feldspathes ziehen liessen. Derselbe ist

in dem vorliegenden Falle Andesin, und zwar entspricht er sehr nahe dem Mischungsverhältnis von Albit zu Anorthit, wie 4:3. Es ist das ein etwas anderes Mischungsverhältnis, als es G. vom Rath angibt ( $Ab:An = 4:5$ ), und es dürfte daher die Vermuthung nahe liegen, dass die vesuvischen Andesine kein feststehendes Mischungsverhältnis repräsentiren, sondern Albit und Anorthit in verschiedenen Antheilen enthalten.

Eine Prüfung der zweiten Portion ergab, dass sich dieselbe vollkommen in Salzsäure löste, also überhaupt kein Feldspath war, sondern, wie die nähere Prüfung darthat, der Nephelinbestandtheil des Blockes. Eine quantitative Analyse war natürlich in Folge dessen nicht nöthig.

Die dritte Portion zeigte sich schon dem blossen Auge sehr durch den Körnchen anhängende schwarze Partikel (Hornblende) verunreinigt und die Untersuchung ergab, dass hier überhaupt kein selbstständiger Gemengtheil des Blockes vorlag, sondern einestheils Nephelin, dessen specifisches Gewicht durch mikroskopische Cavitäten herabgedrückt war, andernteils Sanidin, bei welchem anhängende Hornblendepartikelchen dasselbe erhöht hatten.

In dem untersuchten Eisspathblocke war also nur der Andesin als Plagioklasgemengtheil enthalten, doch ist sicher damit noch nicht erwiesen, dass dies für alle Eisspathblöcke gelte; bei der ausserordentlich wechselnden Facies der Sommaaggregate wäre dieser Schluss sehr voreilig, denn Albit und Oligoklas sind ebenfalls nachgewiesen und werden sicher nicht allein als einzelne aufsitzende Krystalle vorkommen, sondern sich auch als Gemengtheil am Aufbau des Blockes betheiligen, wenn dies vielleicht auch nicht so häufig vorkommen mag, als wie beim Andesin. Einen Schluss aber gestatten die vorliegenden Untersuchungen mit ziemlicher Sicherheit zu ziehen, nämlich den: dass der, resp. die, in einem Block vorkommenden Plagioklase feste, einheitliche Mischungsverhältnisse repräsentiren und nicht alle möglichen Uebergänge zwischen den einzelnen Plagioklasvarietäten in einem und demselben Block sich vorfinden.

Der Titanit tritt sporadisch in bräunlichgelben, stark pleochroitischen Körnern in den Eisspathblöcken auf und erreicht lange nicht die Häufigkeit und die schönen Krystallformen, wie in den Auswürflingen des Laacher Sees. Einige kleine, aber schön ausgebildete, weingelbe aufsitzende Kryställchen fand ich in einem mikrosommithaltigen Glimmerblock.

Ausser den Silicaten ist es besonders der Spinell, der Interesse verdient, weniger wegen seiner Ausbildung, als vielmehr wegen seines constanten Auftretens in den typischen Kalkblöcken. Wo man diese schwarzen glänzenden Octaëderchen sieht, da kann man sicher sein, man hat es mit einem metamorphosirten Kalkstein zu thun. Der Spinell tritt nicht in Drusen auf, sondern immer mit den Grundgemengtheilen der Kalkblöcke vergesellschaftet, und zwar ist er sicher das zuerst gebildete Mineral, da er von allen anderen Contactmineralen, besonders Forsterit und Glimmer, umschlossen wird, nie aber Partikel von diesen enthält.

Bisweilen scheint es, als ob der Spinell in grobkörnigen Augit-Glimmer-Olivin-Aggregaten in Drusen sässe, doch bei näherem Beobachten sieht man nirgends Contactzonen; es sind eben keine Drusen in dem Sinne, wie dies Wort bisher verstanden ist, sondern nur Hohlräume, in welche die angelagerten Körner Krystallenden hineinsenden.

Neben dem grünen bis schwarzen, Ceylanit oder Pleonast genannten Spinell, kommt nun auch edler Spinell vor in fast farblosen oder rosafarbenen bis schön hyacinthrothen Octaëderchen. Bisweilen stellen sich zu den rothen grüne Töne ein und bilden so ganz allmählig den Uebergang zum Ceylanit. Der edle Spinell scheint nur in mikroskopischen Kryställchen vorzukommen, da ich ihn makroskopisch nirgends beobachtet habe, auch ist er, meines Wissens, von anderer Seite ebenfalls nicht als Sommamineral angegeben.

Der Ceylanit wird im Dünnschliff mit schön saftgrüner Farbe durchsichtig. Dieselbe lässt sich schwer beschreiben, zeigt aber so charakteristische Nuancen, dass eine Verwechslung mit Augit, Hornblende und anderen grüngefärbten Mineralen kaum möglich ist.

Als Einschlüsse finden sich Hohlräume. Andersartige Gebilde habe ich nicht beobachtet. Für gewöhnlich zeigen die Spinelle vollkommen klare, einschlussfreie Substanz; geradezu Gesetz ist dies für die mikroskopisch kleinen Kryställchen. In einem Block zeigten die grünen Spinelle einen quadratisch umgrenzten opaken Kern, während die eigentliche Ceylanitsubstanz nur einen bisweilen ziemlich schmalen Saum bildete. Die Vermuthung, dass der Kern Magneteisen sein könnte, rechtfertigte sich nicht, da die Krystalle vom Magneten nur sehr schwach angezogen wurden, auch das Pulver in Salzsäure unlöslich war. Eine Prüfung auf Chrom mittelst der Phosphorsalz-

perle ergab ebenfalls ein negatives Resultat; es dürfte der opake Kern demnach wohl nur ein auffallend dunkler Ceylanit sein und das Ganze ein Analogon zu den mit dunklen Kernen versehenen Granaten, Augiten etc.

Die in den Blöcken auftretenden Schwefelmetalle, wie Bleiglanz, Eisenkies, Magnetkies, Zinkblende bieten nichts Bemerkenswerthes dar und haben mehr ein genetisches Interesse. Der Magnetkies scheint, im Gegensatz zu der bisherigen Annahme, vor dem Eisenkies vorzuwalten, da alle von mir untersuchten Körner von Schwefeleisen sich in Salzsäure lösten, was der Eisenkies bekanntlich nicht thut.

Eigenthümlich ist, dass die Sommaablöcke keinen Eisenglanz beherbergen, dieses für die recenten Vesuviusauswürflinge so charakteristische Mineral. Alles in den Somma-Aggregaten auftretende Eisenoxyd ist sicher secundär aus anderen eisenhaltigen Verbindungen entstanden, und zwar gewöhnlich aus Magnetkies oder Magneteisen.

Der Apatit, dieser ständige Gast in fast allen Gesteinen, fehlt auch in den Sommaablöcken nicht. Er kommt sowohl in der Grundmasse vor, wo er als phosphorsaurer Kalk wohl schon von vornherein enthalten war, als auch in den Drusen sitzend und da gewöhnlich den verschiedensten anderen Mineralen eingelagert; auch in den metamorphosirten Laven steckt er in zahlreichen Nadeln.

Im Dünnschliff zeigt er ein, von dem gewöhnlichen Habitus in nichts abweichendes Bild, vor Allem fehlt ihm selten der central der Längserstreckung nach angehäuften schwarze Staub (Fig. 15). Derselbe zeigt bisweilen ganz sonderbare Anordnung, indem er sich nicht gleichmässig durch die ganze Länge des Prismas erstreckt, sondern in einzelne Ballen abgesondert ist. Zwischen je zwei Klumpen ist die Masse vollkommen klar, doch sieht man nicht etwa einen Quersprung, dem diese Entfärbung vielleicht zuzuschreiben wäre. Das Ganze erinnert unwillkürlich an den Zellenbau der Fadenalgen.

Fig. 15.



Andere, in den Sommaablöcken nachgewiesene seltene Minerale, wie: Zirkon, Cuspidin, Guarinit, Graphit, Periklas, Flusspath etc. habe ich in den mir vorliegenden Handstücken nicht gefunden.

### Entstehung der Somma-Blöcke.

Wenn wir nach der Entstehung der Somma-Auswürflinge fragen, so müssen wir vor allen Dingen die Bildung der eigentlichen Kalkblöcke, sowie der zonar structurirten Silicatblöcke streng scheiden von derjenigen der die Drusenausfüllung bildenden Aggregate. Die ersteren weisen durch ihre constante Zonarstructur, ihre verhältnismässige Armuth an verschiedenartigen Mineralen, und die immer gleichbleibende Aufeinanderfolge derselben darauf hin, dass sie alle den gleichen Bedingungen ihren Ursprung verdanken, nur dass bei den silicatreichen und kalkarmen Blöcken die metamorphosirenden Kräfte länger und vielleicht energischer eingewirkt haben, als bei den typischen Kalkblöcken mit nur schmaler Contactzone.

Ganz anderer Art und sicher viel complicirter sind die Processe, die bei der Bildung der Drusenaggregate gespielt haben; da herrscht nirgends ein übereinstimmender Bau oder auch nur ein durchgreifendes Gesetz in Betreff des Zusammenvorkommens verschiedener Minerale und bei fast jeder einzelnen Mineralart ist ein anderer Bildungsgang anzunehmen, ja ein und dieselbe Species ist bisweilen auf zweierlei Entstehungsmodalitäten zurückzuführen, wie dies beim Leucit an früherer Stelle zu zeigen versucht worden ist. In das Wesen aller dieser Bildungsvorgänge einzudringen, ist wohl kaum möglich, und alle dahin bezüglichen Erklärungen müssen Hypothesen bleiben, die nur, je nach den für sie erbrachten Argumenten, mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit besitzen.

Dass der Kalk, das Muttergestein der Blöcke, dem Apenninenkalk entstammt, unterliegt wohl keinem Zweifel, und zwar ist anzunehmen, wie schon G. vom Rath<sup>1)</sup> angibt, dass der Kalk mehr oder weniger dolomitisch war, mit einem daneben auftretenden, wenn auch geringerem Gehalte an Thonerde und Kieselsäure. Auf irgend welche Weise, jedenfalls durch Spaltenbildung, kam der Apenninenkalk in Verbindung mit der Lava des Monte Somma. Die von derselben ausgehende Gluth trieb die Kohlensäure zum Theile aus dem Kalk aus. Durch die dadurch verursachte Contraction der Masse entstanden Risse und Sprünge im Gestein, die natürlich einer Einwirkung der Glühhitze, indem die Lava in jeden dieser Risse eindrang, noch

<sup>1)</sup> Beitrag z. Kenntn. d. chem. Zusammensetzung des Humits. Pogg. Ann., Bd. CXLVII, pag. 263.

mehr Vorschub leisteten, so dass bald der ganze Kalk, so weit die Gluth des Vulkans zersetzend wirken konnte, von zahllosen unregelmässigen Spalten und Höhlungen nach allen möglichen Richtungen durchsetzt wurde.

Dieselben treten uns jetzt als Drusenräume in den losgerissenen Bruchstücken entgegen. Zugleich erklärt sich auch so die scheinbar sphäroidische Gestalt mancher Blöcke. Bei dem Zerbersten der Kalkmasse sonderten sich die Bruchstücke in Folge der einseitigen Contraction zu Stücken ab, die scheinbar Segmente von Schalen repräsentiren, eine Erscheinung, die man an jedem eintrocknenden Thon beobachten kann und die besonders schön auch viele Knollen von thonigem Sphärosiderit zeigen.

Die magnesiareiche Lava, denn eine solche muss bei dem grossen Magnesiagehalt fast aller Minerale wohl angenommen werden, absorbirte nun zum Theile das entstandene Calciumoxyd und bildete mit demselben die immer die Drusenwandung bildende Augitzone. Doch ging ihre Einwirkung noch über diese Zone hinaus, da besonders der Alkaliengehalt des Glimmers wohl nicht als aus dem Kalke herstammend angenommen werden kann, der nirgends so viel Alkalien enthält, um derartige Mengen von Biotit zu bilden.

Je grösser der Abstand von der flüssigen Lava ist, desto mehr verschwinden auch die Producte, die ihrem Einfluss die Entstehung zu verdanken haben, und es stellen sich die Minerale ein, die allein durch die Gluth sich aus den vorhandenen Bestandtheilen des Kalkkerns neu bildeten. Es ist dies der Spinell und der Forsterit. Der Spinell entstand dadurch, dass sich die vorhandene Thonerde mit einem Theil der Magnesia und des Eisens verband (es ist dies zugleich der Gemengtheil, der zuerst ausgeschieden ist); die vorhandene Kieselsäure aber vereinigte sich mit einem anderen Theil der Magnesia, sowie dem wenigen noch vorhandenen Eisen zu Forsterit. Der kohlen saure Kalk, dessen Kohlensäure im Innern des Blockes nicht entweichen konnte, krystallisirte endlich zu körnigem Kalkspath um, nur wenige Reste kryptokrystallinen Kalkes verblieben als Zeugen der früheren Beschaffenheit.

Je weiter von der Contactzone entfernt, desto reiner zeigt sich der Forsterit und Spinell, je näher der Glimmerzone, desto getrübt und unvollkommener ist ihre Ausbildung, bis sie beim weiteren Vorwalten der Glimmerzone ganz verschwinden. Diese Ausbildung ist

am deutlichsten da, wo die Bänder von Augit und Glimmer am schmalsten sind, d. h. wo die Einwirkung der Lava nicht zu energisch war. Wo dagegen die Zonen breit sind, wo die Lava energisch eingewirkt hat, da wird der innere Kalkkern immer mehr reducirt: der Kalk krystallisirt nicht als Kalkspath wieder aus, sondern verschwindet oft ganz; ebenso scheint auch für die Bildung des Spinells eine zu intensive Einwirkung der Lava hinderlich zu sein, und es entstehen dann der Hauptsache nach Augit-Glimmer-Aggregate, die in der Mitte nur einen schmalen Streifen eisenarmen Olivins, an Stelle des Kalkkerns der typischen Kalkblöcke, aufweisen. Dass in letzterem Falle auch der regelmässige Bau der Zonen unter der zu energischen Einwirkung leidet, ist leicht erklärlich, und es kann uns daher nicht Wunder nehmen, wenn derartige silicatreiche Blöcke die Zonen bisweilen nicht in der normalen Bildung aufweisen, wie die Kalkblöcke.

Dass die Diopside und Glimmer nirgends Glaseinschlüsse aufweisen, kann man sich wohl so erklären, dass man sich die Bildung von Augit und noch weniger etwa die des Biotits derart denken darf, als sei der Kalk von der Lava aufgelöst worden und dann seien Augit und Glimmer wieder auskrystallisirt, sondern man muss den Kalk als festes Gestein annehmen, in das die Lava, gleichwie eine Flüssigkeit, mineralbildend eindrang. Höchst eigenthümlich ist jedenfalls, dass der Kalk, der doch die Hauptmasse des Gesteins bildete, verhältnismässig weniger bei der Neubildung der Minerale sich betheiligt; immer ist es die Magnesia, die in erster Linie in die neuen Verbindungen eintritt. Auch hier ist jedoch eine Zunahme der Betheiligung von Calcium zu constatiren, je näher wir dem Contact mit der Lava kommen. Spinell und Forsterit sind absolut frei von Kalk, der Glimmer enthält schon etwa 2 Procent und der Augit, der die Einwirkung der Lava am directesten aufweist, zeigt einen beträchtlichen Kalkgehalt.

Unwillkürlich drängt sich uns nun die Frage auf: Wo ist jener im Ueberschuss vorhandene Kalk hingekommen? Sicher ist ein Theil desselben, ausser zur Bildung von Augit, zum Aufbau der in den Drusen sitzenden kalkreichen Minerale, besonders Anorthit, Mejonit, Vesuvian u. a. verwandt worden. Aber trotzdem, dass diese Minerale sehr häufig in den Drusen sitzen, kann man wohl nicht annehmen, dass sie sämmtlichen Kalk resorbirt haben; sicher ist ein

Theil, wenn auch vielleicht der geringere, durch andere Einflüsse entfernt, und da liegt es sehr nahe, an die Einwirkung von Fumarolen zu denken, besonders an die Einwirkung von Salzsäure. Chlorcalcium ist ein bisweilen in ziemlicher Menge auftretendes Exhalationsproduct des Vesuvs, warum soll es nicht auch bei der Entstehung der Sommablöcke sich gebildet haben? Dass mit der Einwirkung der Lava auch eine sehr starke Fumarolenthätigkeit Hand in Hand gegangen ist, das beweisen die fast in allen Mineralen der Blöcke auftretenden Einschlüsse von Kochsalz und schwefelsauren Salzen, also Stoffen, die mit den recenten Exhalationsproducten des Vesuvs vollkommen identisch sind. Und wo Chloralkalien auftreten, da ist sicher auch Salzsäure vorhanden gewesen.

Man könnte nun fragen: Wie kommt es, dass die in der Kalkmasse aufgerissenen, mit Lava erfüllten Spalten uns nicht als solche erhalten sind, sondern dass dieselben, trotzdem dass sie einst mit Lava angefüllt waren, dennoch auch jetzt noch als Hohlräume uns entgegentreten und nicht als Trümer compacter Lava?

Die Antwort darauf kann nicht so schwer sein. Vor Allem muss man wohl annehmen, dass die flüssige Lava nicht dauernd auf die Kalkmasse eingewirkt hat, denn dann würde dieselbe sicher zuletzt vollkommen resorbirt worden sein, sondern die Einwirkung währte nur eine gewisse, in ihrer Dauer allerdings nicht zu bestimmende Zeit, dann trat die Lava entweder zurück oder sie erstarrte in den Spalten, respective es erfolgte kein neuer Zufluss. Die erstere Annahme würde eine Erklärung natürlich überflüssig machen und ihre Berechtigung ist bei dem bekannten Schwanken des Lavaniveaus in den Vulkanen, durchaus nicht ausgeschlossen. Bei der Annahme, dass die Lava in den Spalten blieb, könnte das Offenbleiben der letzteren dadurch erklärt werden, dass die Lava bei ihrem Eindringen in den Kalk die noch im Innern vorhandene Kohlensäure vertrieb und diese Volumverminderung sich natürlich, da keine Lava mehr zufluss, dadurch kundgeben musste, dass der in die Spalte eingedrungene Lavastreifen sich theilte und so die alte Spalte, wenn auch in kleinerem Massstabe wieder herstellte.

Die nach der Einwirkung der Lava sicher in der Tiefe noch lang anhaltende Gluth ermöglichte eine vollkommene Vereinigung der Lavamasse mit dem anstehenden Kalk, so dass wir jetzt die



Bestandtheile jener Magmen nicht mehr in den Drusen finden. Als einer von den wenigen Ueberresten dieser Laven ist vielleicht, wie schon früher erwähnt, die glasreiche graue Varietät des Leucits zu betrachten.

Durch diese lang andauernde Gluth ist auch die durch und durch krystalline Beschaffenheit der Blöcke zu erklären.

Die im Kalkfels zurückgebliebenen communicirenden Spaltensysteme boten nun den Fumarolengasen einen willkommenen Spielplatz für ihre schaffende und zerstörende Thätigkeit. Und dieser Fumarolenthätigkeit verdanken wohl die meisten der in den Drusen sitzenden Krystalle ihre Entstehung. Natürlich müssen sich die Fumarolenproducte am massenhaftesten in den Spalten ansiedeln, die dem Herd des Vulkans am nächsten liegen; daher finden wir die hornblendehaltigen Eisspathaggregate, die wohl das typischste Beispiel der durch Fumarolenthätigkeit entstandenen Mineralgemenge repräsentiren, immer auf Glimmer-Augitaggregaten, als den am vollkommensten metamorphosirten Kalkpartien, höchst selten auf typischen Kalkblöcken, da diese, als die entferntesten, auch mit den Fumarolengasen am wenigsten in Berührung kamen.

Den aufsteigenden Dämpfen verdanken, wie schon erwähnt, die meisten in den Eisspathblöcken auftretenden Minerale ihre Entstehung, so der Eisspath selbst, dann die Hornblende, dieses typische Sublimationsproduct der recenten Vesuviuswürfinge, der dunkle Augit und jedenfalls auch der in den Sanidinblöcken auftretende dunkle Glimmer.

Dass auch eine gleichzeitige Betheiligung der Lava bei vielen sehr wahrscheinlich ist, das beweisen die besonders im Nephelin und Sodalith auftretenden Glaseinschlüsse neben den Kochsalzeinschlüssen. Auch beim Eisspath ist diese Art der Entstehung nicht ganz ausgeschlossen, da er ebenfalls Chlornatrium- und Glaseinschlüsse zu gleicher Zeit aufweist. Scacchi gibt an, dass Sodalith und Nephelin „nicht sowohl durch eine spätere, länger fortdauernde Thätigkeit vulkanischer Dämpfe, als vielmehr durch eine, unmittelbar das Erstarren der Lava begleitende, erhöhte Sublimationsthätigkeit entstanden sein mögen“ und die angeführten Beobachtungen können nur eine Stütze mehr für die Richtigkeit dieser Anschauung sein. Jedenfalls ist diese Art der Entstehung auch noch auf den Mikrosommit auszudehnen.

Doch mögen diese Andeutungen genügen, da ein Versuch zur Erklärung der Genesis der übrigen zahlreichen Drusenminerale zu sehr in's Reich des Hypothetischen hinüberstreifen möchte; weist doch schon die bis jetzt gegebene Entwicklung wohl manche kleine, vor der Hand nicht auszufüllende Lücke auf. Doch wird eine absolut fehlerfreie Definition der genetischen Verhältnisse dieser Gebilde überhaupt nie möglich sein, da uns der Ort, von dem diese Fragmente losgerissen wurden, ebenso unzugänglich bleiben wird, wie die Vorgänge, die sich in den Tiefen des Vulkans abspielen, ewig ein offenes Räthsel bilden werden.

---

## VII. Notiz.

### Analyse des Berylls vom Ifinger.

Von der Absicht geleitet, eine grössere Menge Beryllerde zu gewinnen, habe ich vor einiger Zeit ein grösseres Quantum Beryll aus der Masulschlucht im Passeyerthale verarbeitet, welches ich durch freundliche Vermittlung meines Collegen Dr. Becke und des Herrn Dr. Brezina erhielt.

Der Beryll wurde in meinem Laboratorium wiederholt untersucht und ich erlaube mir, die Resultate der Analyse, welche vielleicht als Ergänzung der in dem 5. Hefte des VII. Bandes dieser Mittheilungen enthaltenen Notiz von Interesse sein dürften, in Folgendem mitzutheilen.

	I	II	III
$\text{SiO}_2$ . . . . .	66.49	66.54	66.48 Procent
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	23.01	23.07	22.95 "
$\text{BeO}$ . . . . .	9.30	9.26	9.34 "
$\text{CaO}$ . . . . .	0.54	0.54	—
$\text{MgO}$ . . . . .	0.54	0.54	—
$\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0.04	0.04	—
	99.92	99.99	

Spec. Gew. bei 20° C. = 2.6935.

Gzernowitz, 26. Juli 1886.

R. Přibram.

## Literatur.

- Becker G.: Cretaceous metamorphic rocks of California. — Am. Journ. Sci. XXXI, 1886.
- Bertrand E.: Sur la mesure des indices de refraction des éléments microscopiques des roches. — Bull. Soc. Franc. de Mineral. 1885.
- Derselbe: Réfractomètre construit spécialement pour l'étude des roches. — Ebenda 1886.
- Brauns R.: Ueber d. Verwendbarkeit des Methylenjodids bei petrograph. u. opt. Untersuchungen. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.
- Brezina A.: Ueber die Krystallform des Tellurit. M. 3 Fig. — Ann. d. k. k. Naturh. Hofmuseums. I, 1886.
- Clarke F. and Diller J. S.: Topaz from Stoneham, Maine. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXIX, 1885.
- Döll E.: Die Mitwirkung der Eisenkiese bei der Höhlenbildung im Kalkgebirge. — Blätt. f. Höhlenkunde I, 1886.
- Früh J.: Zur Geologie v. St. Gallen u. Thurgau m. bes. Berücksichtigg. d. Kalktuffe. M. I Taf. u. I Karte. — Ber. d. St. Gallischen naturwiss. Ges. 1884/5; St. Gallen 1886.

- Handwörterbuch d. Mineralogie etc. 12. Lief. — Encyclop. d. Naturw. II, 35. — Breslau, Trewendt 1886.
- Hansel V.: Ueber basaltische Gesteine a. d. Gegend v. Weseritz und Manetin. — XIII. Jahrb. d. d. Staats-Realsch. Pilsen 1886.
- Haushofer K.: Ueber einige mikroskop.-chem. Reactionen. Tellur — Selen — Wismuth — Sulfate v. Baryum u. Strontium — Bleisulfat u. Chlorblei. — Sitzber. d. k. bayr. Ak. d. Wiss. 1886.
- Hecht B.: Ueber die Berechnung der Hauptmassen bei endlichen homogenen Deformationen krystallinischer Körper. — Zeitschr. f. Kryst.; XI, 5 u. 6, 1886.
- Hillebrand W. F.: On Emmonsite, a ferric tellurite. — Proceed. Colorado Sci. Soc. II, 1885.
- Iddings J. P.: On the occurrence of Fayalite in the lithophyses of obsidian and rhyolite in the Yellowstone National Park. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXX, 1885.
- Derselbe: The columnar structure in the igneous rock on Orange Mountain, N. J. M. I Taf. u. 6 Fig. — Ebenda, XXXI, 1886.
- Derselbe und Whitman Cross: Widespread occurrence of Allanite as an accessory constituent of many rocks. — Ebenda, XXX, 1885.
- Irving B. D.: Preliminary paper on an investigation of the Archaean formations of the Northwestern states. M. XI Taf. u. 35 Fig. — Ann. Report U. S. geolog. Survey 83/84; Washington 1885.
- Karrer F.: Die Monumentalbauten in Wien und ihre Baumaterialien. — Monatsbl. d. Wissensch. Clubs. Wien 1886.
- Klein C.: Beiträge zur Kenntniss des Leucits. — N. Jahrb. f. Min.; 1885, II.
- Derselbe: Ueber die Ursache optischer Anomalien in einigen besonderen Fällen. — Ebenda.
- Koch A.: Bericht ü. d. am Rande d. Gyaluer Hochgebirges i. der Kalotaszeg u. im Vlegyásza-Gebirge im Sommer 1884 ausgeführte geolog. Detail-Aufnahme. — Földtani Közlöny XV, 1885.
- Derselbe: Uebersicht d. Mitth. üb. d. Gestein u. d. Mineralien des Aranyer Berges u. neuere Beobachtungen darüber. — Mathem. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. III, 1886.
- Langemann L.: Beitr. z. Kenntn. der Mineralien Harmotom, Phillipsit u. Desmin. M. II Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II. (Inaug.-Diss.).
- Lehmann J.: Ueber die Mikroklin- und Perthit-Structur der Kalifeldspathe u. deren Abhängigkeit von äusseren z. Th. mechanischen Einflüssen. — Jahrb. d. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur 1885.
- Derselbe: Contractionsrisse an Krystallen. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 1886.
- Lemberg J.: Zur Kenntniss d. Bildung u. Umbildung v. Silicaten. — Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1885.
- Liebisch Th.: Ueber die Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen. II. Abh. M. I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.
- Mallard E.: Sur la theorie des macles. M. 8 Fig. — Bull. Soc. Franc. de Mineral. 1885.
- Derselbe: Sur les hypothèses diverses proposées pour expliquer les anomalies optiques des cristaux. — Ebenda, 1886.

- Mügge O.: Ueber secundäre Zwillingbildung am Eisenglanz. M. I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.
- Derselbe: Ueber einige Gesteine des Massai-Landes. — Ebenda, Beilage-B. IV.
- Penfield S. L.: Crystallised Tiemannite and Metacinnabarite. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXIX, 1885.
- Rath, G. vom: Vorträge und Mittheilungen: Ueber Sardinien — Quarzkrystalle v. N.-Carolina — Vulcan. Punkte i. d. Counties Napa u. Lake (Calif.). M. 10 Fig. — Sitzb. d. Niederrh. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. Bonn 1885.
- Derselbe: Mineralogische Notizen: 1. Einige neue Flächen am Quarz. 2. Ueber d. Andesin von Berge Arcuentu, Insel Sardinien. M. I Taf. — Festschr. d. Verh. f. Naturkunde. Cassel 1886.
- O'Reilly J. P.: Alphabetical Catalogue of the earthquakes recorded as having occurred in Europe and adjacent countries, arranged to serve as a basis for an earthquake map of Europe. — Transact. Irish Acad. XXVIII, 1886.
- Scacchi E.: Studio cristallografico del fluossimolibdato ammonico:  $MoO_3, Fl_2, 2NH_4Fl$ . M. 3 Fig. — Rend. R. Acc. dei Lincei 1886.
- Schmidt A.: Geologie des Münsterthales im badischen Schwarzwald. I.: Das Grundgebirge. M. I Karte. — Heidelberg. Winter 1886.
- Schuster M.: Ueber d. Hemimorphismus des Rothgiltigerzes. — Verh. d. k. k. geolog. R.-A. 1886, 3.
- Schwerdt R.: Untersuchungen über Gesteine d. chinesischen Provinzen Schantung u. Liantung. M. I Taf. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.
- Stelzner A. und A. Schertel: Ueber den Zinngehalt und über d. chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende v. Freiberg. M. I Taf. — Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königreiche Sachsen. Freiberg 1886.
- Struener G.: Forsterite di Baccano. M. 1 Fig. — Rend. R. Acc. dei Lincei 1886.
- Vater H.: Krystallogr. Untersuchungen (Anhydrit v. Staassfurt — künstl. Eisenglanz etc.) M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst., X, 4, 1885.
- Derselbe: Der Apparat von Warburg und Koch z. Bestimmung der Elasticitätscoefficienten, sowie Anwendung dess. auf z. Axe senkrechte Platten v. Kalkspath u. Apatit. M. I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 5. u. 6, 1886.
- Voigt W.: Bestimmung d. Elasticitätsconstanten v. Beryll u. Bergkrystall. — Festschrift. Göttingen 1886.
- Vrba K.: Beitrag z. einer Monographie des Stephanit. M. X Taf. — Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. Prag 1886.
- Derselbe: Vorläufige Notiz über den Cronstedtit v. Kuttenberg. M. I Taf. — Ebenda.
- Walther J.: Vulcanische Strandmarken. M. 3 Fig. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 36 B. II, III, 1886.
- Weisbach A.: Argyrodit, ein neues Silbererz. M. 3 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.
- Weiss Ch. E.: Gerölle in u. auf der Kohle von Steinkohlenflötzen, besonders in Oberschlesien. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landes-A. 1885. Berlin 1886.

## VIII. Beitrag zur Petrographie des Hererolandes in Südwest-Afrika.

Von Heinrich Wulf.

Das dieser Untersuchung zu Grunde liegende Material wurde von Herrn Dr. Pechuël-Loesche auf seiner Reise im Hererolande vom Monat August bis Ende December 1884 gesammelt, dem mineralogischen Museum zu Leipzig geschenkt und durch die Güte des Herrn Geheimen Bergrathes Professor Dr. Zirkel mir zur Bearbeitung überlassen. Herrn Dr. Pechuël-Loesche bin ich für verschiedene Mittheilungen zu grösstem Danke verpflichtet.

Was die geognostischen Verhältnisse des Hererolandes<sup>1)</sup> betrifft, so sagt Pechuël-Loesche<sup>2)</sup>: „Das Gebiet östlich von der Walfischbay bis zur Wasserscheide des Nosob und Tsoachaub jenseits Okahandya ist ein verschüttetes Gebirgsland. Seine Unebenheiten liegen unter Schuttmassen, vorzugsweise Grus und Sand, verborgen (pag. 821). Die Gesteine des Gebietes gehören mit unwesentlichen Ausnahmen der archaischen Formationsgruppe an. Gneisse, die vielfach in Lagergranit übergehen, herrschen vor; in manchen binnenwärts auftretenden Schichten derselben finden sich zahllose riesige Turmaline. Mit den Gneissen wechsellagern allenthalben in

---

<sup>1)</sup> Originalkarte des Herero- und Kaokolandes. Petermann's geogr. Mittheilungen. 1878. Taf. XVII.

<sup>2)</sup> Zur Kenntnis des Hererolandes. Das Ausland. 1886.

bedeutender Mächtigkeit Glimmerschiefer, die theils reich an Granaten sind, theils schöne Staurolithe in grosser Menge enthalten. In der Westhälfte des Gebietes bilden ferner ausgezeichnete weisse krystallinische Kalke sowohl schroffe Einzelberge wie Bergzüge und erscheinen nochmals weiter östlich in Schichten von geringer Mächtigkeit (1—5 Meter) den Gneissen eingelagert.

Die Schichten der Urgesteine streichen Süd-Nord oder in Richtungen, welche bis zu 45° nach Ost und West abweichen und sind vorherrschend steil aufgerichtet mit einer Steigung nach Westen. Allenthalben, besonders aber im westlichen Theile des Gebietes, werden sie in verschiedenen Richtungen von Basaltgängen durchsetzt, die grösstentheils nur 0.30—1.50 Meter mächtig sind. Kupfererze, die theilweise auch guten Silbergehalt besitzen, treten vielfach in Gängen und Nestern zu Tage. Auch Zink-, sowie besonders reiche Wolframerze kommen vor, vereinzelt auch Graphit. Gold ist nicht in beachtenswerther Menge gefunden worden.

An manchen Oertlichkeiten, in Einsenkungen wie auf Hochflächen, finden sich dichte graue Kalke, und zwar in Gestalt grosser flacher Nester oder Krusten, die zerklüftet und zerfallen im Grus eingebettet ruhen oder in Trümmern über demselben zerstreut liegen. Vermuthlich bildeten sie sich am Grunde von Wasseransammlungen, die später einen Abfluss fanden. Bei Otyimbingue lagern sie auch als kaum noch erkennbare Kappen auf einigen niedrigen, wallähnlich sich in der geneigten Ebene hinziehenden Erhebungen von Gneiss und Lagergranit. In grösster Ausdehnung und Mächtigkeit stehen sie an unmittelbar östlich vom Khanfluss bis jenseits Karibib auf der Hochfläche, die zwischen dem Otypatera und Erongo ostwärts zieht. In nördlichen Gebieten sollen sie allenthalben nicht minder mächtig anstehen, während sie im Ngamigebiet und der Kalahari eine nur oberflächlich bedeckte Schicht zu bilden scheinen, die darum wichtig ist, weil sie Wasser führt, das eingedrungene Regenwasser längere Zeit bewahrt.

Lateritboden findet sich auf der Hochfläche von Karibib, stellenweise auch um Kamugen, Osona und Okahandya, und dort sind auch allenthalben Termitenbauten, die den Grus- und Sandgebieten fehlen, zu beobachten. Die weiten Hochflächen der östlichen Wasserscheide, der Omaheke, wie auch die des Kaokofeldes im Norden und Nordwesten, dürften nach allen Berichten durchaus Lateritboden

besitzen. Schwemmland findet sich nur an den Abflussrinnen in einzelnen Partien am Tsoachanb, von vorwiegend 1—10 Hektar, sehr selten 20—25 Hektar Flächeninhalt verstreut, und zwar in Gestalt schmaler Uferleisten.

Ausserhalb des hier beschriebenen Gebietes, etwa 1·5 Breitengrade nördlich von Okahandya, ruht auf dem Urgestein eine gewaltige, steil nach Süden abstürzende Sandsteinmasse. Dort treten nie versiegende Quellen zu Tage, deren reichste Otyosondyopa genannt wird. Darum trägt jene Erhebung den Namen Waterberg. Auf den Karten ist sie nach einer der Quellen als Omuverume bezeichnet. Dem Waterberg ähnliche Sandsteinvorkommnisse sind sowohl im übrigen Norden als auch südwärts in den Namaländern und im Caplande bekannt. Vielleicht stimmen sie mit dem carbonischen Sandstein des Tafelberges überein. Die inselgleichen Massen dürfen als Reste einer mächtigen Decke von Sedimentgestein, die der Ab-  
rasion widerstanden, angesehen werden“ (pag. 822).

Als Eintheilung vorliegender Gesteine in petrographischer Hinsicht ergibt sich Folgendes:

**I. Eruptivgesteine:**

1. Granit;
2. Diorit;
3. Basalt.

**II. Krystalline Schieferformation:**

1. Gneiss;
2. Glimmerschiefer;
3. Dioritschiefer;
4. Amphibolit;
5. Augitgneiss;
  - a) Skapolithführender Augitgneiss;
  - b) Wollastonitführender Augitgneiss;
6. Augitschiefer;
7. Körniger Kalk.

**III. Sedimentärgesteine, Minerale und Erze.**

**IV. Zersetzungsproducte.**



## I. Eruptivgesteine.

### Granit.

Bei der allgemeinen Verbreitung der Granite im Hererolande wird eine besondere Fundortsangabe nicht nöthig sein, am zahlreichsten scheinen sie zwischen Karibib und Otyimbingue anzustehen. Sie besitzen hier nach Dr. Pechuël-Lösche's Angaben concentrisch-schalige Absonderung, vorwiegend mittleres Korn und sind zuweilen schon stark verwittert. Den Hauptrepräsentanten bildet der Biotitgranit, bedeutend zurücktretend sind der sogenannte eigentliche zweiglimmerige Granit, der Amphibol- und Muscovitgranit, wenn wir bei letzterem von den grobkörnigen Ausbildungen, den Pegmatiten, absehen. Der Quarz enthält reichliche Flüssigkeitseinschlüsse, die bald in Reihen, bald auch regellos in ihm vertheilt sind. Sie führen sehr oft eine Libelle, bisweilen auch keine, in ersterem Falle ist dieselbe theils beweglich, theils unbeweglich. Von verschiedenen Interpositionen konnte ihre Kohlensäurenatur nachgewiesen werden. Ein vielleicht erwähnenswerther Flüssigkeitseinschluss fand sich in einem Hornblendegranit, derselbe enthält nämlich zu gleicher Zeit zwei Libellen und zwei würfelförmige Körper. Da bei Erwärmung nicht die geringste Aenderung vor sich ging, so dürfte an Kochsalz gedacht werden. Ueberhaupt sind hexaedrische Körper in den Flüssigkeitsinterstitien dieses Gesteins sehr verbreitet. Für den Quarz besonders charakteristische Einschlüsse sind die von verschiedenen Autoren erwähnten sogenannten Härchen, welche in dieser Form in keinem anderen Gemengtheil des Granites gefunden werden. Die Natur derselben ist noch sehr wenig bekannt. Zwar konnte Hawes<sup>1)</sup> die von ihm untersuchten durch Beobachtung von Uebergängen als Rutil feststellen, jedenfalls ist diese Erklärung aber nicht für alle Fälle giltig. In den mir zur Verfügung stehenden Präparaten von ungefähr 30 verschiedenen Graniten (Pegmatite eingerechnet) sind von den scheinbar undurchsichtigen und schwarzen Stäbchen allmälige Uebergänge zu dickeren ganz farblosen Nadeln wahrzunehmen, deren grösste Breite ungefähr 0.001 Millimeter beträgt. Jene Undurchsichtigkeit ist also auf die Art zu erklären, dass wegen der geringen Querdimension die beiderseitigen Grenzen ein und

<sup>1)</sup> Mineralogy and Lithology of New Hampshire. Concord. 1878, pag. 45.

desselben Individuums nicht aneinandergehalten werden können. Die ziemlich oft zu beobachtende nicht gerade Querabsonderung, die damit verbundene Zuspitzung der Bruchstücke, die Auslöschung parallel der Längserstreckung, die mit Rutil überhaupt nicht zu vereinigende Farblosigkeit der dickeren Mikrolithen scheinen mir für Sillimanit zu sprechen. Die allerfeinsten Härchen sind mannigfaltigen Knickungen unterworfen, wie sie von den feinen Fibrolithnadeln der krystallinen Schiefer schon lange bekannt sind. Die Löslichkeit dieser Gebilde in *HFl* kann bei ihrer Winzigkeit den Fibrolith nicht ausschliessen, da dieselbe Löslichkeit auch bei den eine sehr grosse Dünne besitzenden Nadeln des sogenannten Faserkiesels erfolgte. Besonders Auffallendes scheint mir in dieser Vermuthung nicht zu liegen, da ja der Sillimanit in Verbindung, selbst ganz inniger Verwachsung mit dem Quarz, so dass der Wirth zuweilen kaum als solcher erkannt wird, in den krystallinen Schiefen sehr verbreitet ist, für ein Beschränktsein dieses Zusammenauftretens auf letztere Gesteine aber vielleicht kein triftiger Grund beigebracht werden kann. Es soll natürlich hiermit nicht gesagt sein, dass die meisten oder alle diese Härchen zum Sillimanit gehören, da von vornherein wohl verschiedene Minerale dieser Ausbildung fähig sein können. Manche derselben sind sicherlich zum Apatit zu rechnen, wie ja auch Rosenbusch <sup>1)</sup> sagt, dass sich von einzelnen ihre Zugehörigkeit zum Apatit chemisch nachweisen lässt. Die Unterscheidung von Sillimanit und Apatit ist ziemlich leicht, der erstere besitzt einen viel grösseren Brechungsexponenten als der Apatit, ferner haben die Nadeln des letzteren Minerals gewöhnlich eine grössere Breite von 0.003—0.006 Millimeter, die Querabsonderung ist genau gerade, die einzelnen Bruchstücke sind nicht wie beim Fibrolith von einander getrennt.

Was die Feldspathe der Granite anlangt, so fehlt der Mikroklin in keinem derselben, in verschiedenen gewinnt er sogar bedeutend das Uebergewicht. Ausser ihm erscheint Orthoklas und ein Plagioklas, der meistens zum Oligoklas gestellt werden muss. Jedenfalls fehlen Labradorit und Anorthit vollständig, wie sowohl Beobachtungen von Auslöschungsschiefen als spezifische Gewichtsbestimmungen ergaben. Letztere wurden so angestellt, dass das Gesteinspulver vom Glimmer mechanisch sorgfältig getrennt und in eine

<sup>1)</sup> Massige Gesteine. 1877, pag. 11.

Kaliumquecksilberjodidlösung vom specifischen Gewichte 2.65 des Quarzes gebracht wurde. Da bei diesem Concentrationsgrade der Lösung kein Theil des Pulvers fiel, so können die kalkhaltigsten Glieder der Feldspathgruppe nicht vorhanden sein. Ob neben dem Oligoklas noch Albit vorkommt, wurde in keinem speciellen Falle nachgewiesen. Manche Feldspathe zeigen perthitartige Ausbildung, unter ihnen neigt besonders der Mikroklin dazu. Auf diese Erscheinung werden wir noch genauer bei den Gneissen, weil dort dieselbe eine mehr typische ist, zurückkommen. Die Zersetzungserscheinungen der Feldspathgruppe sind schon zu genau und zu oft beschrieben, als dass diesen Ausführungen etwas Wesentliches hinzuzufügen wäre. Der Biotit ist durch Umwandlung öfters in einen grünlichen Glimmer übergegangen, die bekannten Rutilinterpositionen fehlen auch hier nicht. Die hornblendeführenden Granite charakterisirt das Auftreten von reichlichem Titanit. Der einzig vorhandene mittelkörnige Muscovitgranit von Otyikangokatiti (Klein-Barmen), zwischen dessen Blöcken heisse Quellen hervorsprudeln, zeichnet sich durch den geringen Gehalt an Plagioklas aus. Accessorische Minerale der Granite sind Magnetit, Apatit und Zirkon, letzterer wird zuweilen ziemlich häufig. Einer besonderen Betrachtung bedürfen wegen ihrer weiten Verbreitung die

#### Pegmatite.

Sie sind die grobkörnige Modification der Muscovitgranite. Es gehören hierhin Vorkommen von Localitäten südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue, von Orten am Wege von Salem nach Reed, ferner von den sogenannten drei Wällen, welche ungefähr 600 Meter nördlich von der Kirche zu Otyimbingue gelegen sind. Von letzterem Gestein ist angegeben, dass es ein 1 Meter mächtiges Riff neben den drei Wällen bildet, welches einen Granit in der Richtung von Osten nach Westen durchsetzt. Unter ähnlichen Verhältnissen scheinen auch die übrigen aufzutreten, da auch für sie die Riffbildung in ungefähr derselben Richtung erwähnt wird. In dem einen Handstück hat der Feldspath, in dem anderen der Quarz ziemlich bedeutende Dimensionen erreicht, so z. B. steigt ersterer bis Faust-, letzterer bis Wallnussgrösse heran. Eigenthümlich für alle diese Gesteine ist die Mikroklinnatur ihres Feldspaths; er besitzt fleischrothe Farbe und ist, wie das Mikroskop zeigt, bald mehr, bald minder zersetzt. Die Umwandlungsproducte, trübe Körnchen, bilden

regelmässig netzförmige und rechteckige Gestalten, welche der in basischen Schnitten bei polarisirtem Licht wahrzunehmenden gitterförmigen Streifung entsprechen. Letztere dem Mikroklin charakteristische Erscheinung ist zu sehr schöner Ausbildung gelangt, in Schliffen schief zu  $OP$  geht sie allmählig in eine undulöse Auslöschung und geflammte Zeichnung über, in Schnitten parallel  $\infty P \infty$  verschwindet auch diese. Hier ist eine Unterscheidung von Orthoklas ziemlich schwer, als Anhaltspunkt könnte der verschiedene Bisectricenaustritt dienen, der beim Orthoklas senkrecht, beim Mikroklin aber ziemlich schief ist. In basischen Spaltblättchen wurde eine Auslöschungsschiefe von  $15^\circ$  gegen die Zwillingsgrenze beobachtet, in Schliffen, welche ungefähr parallel  $M$  angefertigt wurden, betrug dieselbe gegen die Kante  $P/M$  gerechnet  $4-5^\circ$ . Von fremden Einlagerungen finden sich Flüssigkeitseinschlüsse und feine schmitzenförmige Interpositionen, wie sie für den Mikroperthit charakteristisch sind, an die sich öfters Zersetzungsvorgänge anzuschliessen scheinen; ausserdem gehören hierher die bekannten unregelmässig umrandeten Schnüre einer triklinen Feldspathsubstanz. Letztere sind oft schon mit blossem Auge wahrzunehmen und dürften wegen ihrer Auslöschungsschiefe von  $16-20^\circ$  auf  $\infty P \infty$  zum Albit gerechnet werden. Ausser dem Mikroklin stellt sich noch Plagioklas ein, seine geringe Auslöschungsschiefe spricht für Oligoklas.

Der Quarz weist nichts Bemerkenswerthes auf, ausgenommen in dem Gestein von den drei Wällen; daselbst besitzt er eine recht eigenthümliche Ausbildung. Er erscheint nicht wie gewöhnlich als selbstständiges unregelmässiges Korn, sondern ist mit dem Feldspath schriftgranitartig verwachsen, wobei seine einzelnen Individuen schon makroskopisch im Handstück zwei Flächen erkennen lassen, welche ungefähr einen Winkel von  $120^\circ$  bilden und sehr stark gestreift sind. Es ist dies eine reine Oberflächenerscheinung, hervorgerufen durch oscillatorische Streifung, da in Schnitten nichts von derselben zu sehen ist. Interessant ist die Thatsache, dass der im Handstück unter dem Quarze liegende Feldspath, welcher hervortritt, wenn der Quarz herausgebrochen wird, diese Streifung im Abdruck auf's genaueste wiedergibt, eine Erscheinung, welche eine Ausscheidung des Quarzes vor dem Feldspath erweist. Apatit ist in diesen Gesteinen accessorisch. An die Pegmatite reihen sich naturgemäss grobkörnige Turmalingranite oder turmalinführende Pegmatite. Die Fundorte

der zugehörigen Gesteine sind Neu-Barmen und der Kaiser Wilhelms-Berg unweit Okahandya. Das letztere Vorkommen ist einer besonderen Erwähnung würdig. Das Gestein besteht aus grossen Quarzindividuen und bis beinahe  $\frac{1}{2}$  Centimeter dicken Muscovittafeln. In diesem Gemenge sind bis  $1\frac{1}{2}$  Decimeter lange und gegen  $\frac{1}{2}$  Centimeter breite Turmalinsäulen parallel zu einander eingewachsen. Aggregiren sich letztere dicht zusammen, so können Massen von Turmalin entstehen, welche eine Breite von 5—6 Centimeter erreichen. Die einzelnen Turmalinsäulen sind dabei durch Glimmertafeln getrennt, die ganze Masse wird dadurch sehr leicht bröckelnd. Bisweilen erscheinen aber auch grössere Turmaline von mehreren Centimetern Dicke, welche vollständig compact sind. Diese beschriebenen grobkörnigen Partien gehen in einen grobkörnigen turmalinführenden Granit über. Sonstige accessorische Minerale ausser dem Turmalin, die anderswo in den Pegmatiten so häufig sind, wurden hier nicht gefunden. Einzelnen Pegmatiten, namentlich den zuletzt beschriebenen, dürfte wegen ihrer auffallenden Aehnlichkeit mit den Ausfüllungen der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges<sup>1)</sup> vielleicht eine ähnliche Entstehung zugeschrieben werden.

### Diorit.

Das einzige mir zur Verfügung stehende Gestein ist ein Quarzdiorit, der südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue abgeschlagen ist. Da derselbe ziemlich grobkörnig ist, so lässt er seine Zusammensetzung aus weissem Feldspath, stark glänzender Hornblende, Glimmer, Quarz und Titanit schon auf den ersten Blick erkennen.

Der Feldspath vorwiegend trikliner Natur gehört gewöhnlich zum Oligoklas; verschiedene Beobachtungen von Auslöschungsschiefen über  $20^\circ$  zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze deuten darauf hin, dass nebenbei noch kalkreiche Glieder der Feldspathgruppe vortreten sind.

Bei der Hornblende ist c blaugrün, b oder a gelblichgrün bis gelbgrün. Sie besitzt reichliche dunkle Erzeinlagerungen, welche bald einen mehr sechseitigen, bald einen mehr rundlichen Umriss besitzen und bei genügender Dünne bräunlich durchscheinend werden.

<sup>1)</sup> Herm. Credner, Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges. Z. d. d. g. G. 1875, pag. 104—223.

Die äussere Form und ihre Lichtdurchlässigkeit spricht gegen Magnetit. Die einzigen Minerale, welche noch in Frage kommen, sind Eisenglanz und Titaneisen. Um diese Frage zu entscheiden, wurde die Hornblende isolirt, mit kohlensaurem Kalinatron im Platinlöffel aufgeschlossen, die Schmelze in  $HCl$  gelöst und mit einer Lösung von  $H_2O_2$  auf  $TiO_2$  geprüft, jedoch vergebens. Die Einlagerungen sind somit Eisenglanz. Dem Glimmer eigenthümlich sind reichliche Interpositionen von Epidot. Der Quarz führt zahlreiche Mikrolithen, von denen manche der Hornblende, manche dem Apatit angehören. Sporadische Constituenten sind Titanit, Apatit und Magnetit.

### Basalt.

Die Verschiedenheit der Vorkommen dürfte die gesonderte Behandlung motiviren.

#### Feldspathbasalt von Haikamehab.

Er durchsetzt in zahlreichen Gängen von 2 Meter bis 1 Centimeter Mächtigkeit das Hauptgestein seiner Umgebung, einen Granit. Aus der schwarzen dichten Grundmasse treten Feldspathleisten hervor. Das Mikroskop weist uns ein ziemlich feinkörniges Gestein auf.

An Grösse und Menge überwiegend ist der wasserklare Feldspath. Er präsentiert sich theils in Leisten, welche bis zu 1 Millimeter lang werden und nur 0.05 Millimeter Breite erlangen, theils aber auch in Rechtecken, in denen die Länge jene geringe Breite nur sehr wenig übertrifft. Zonarer Aufbau und sehr schön ausgebildete Zwillingstreifung fehlen. Letztere ist bei vielen, auch starke Auslöschungsschiefe besitzenden Individuen gar nicht zu beobachten, andere bestehen aus zwei, höchstens drei verschiedenen Lamellen. Charakteristisch für den Feldspath ist ein eigenthümlich skeletähnlicher Aufbau. Dieser wird hervorgerufen hauptsächlich durch Einlagerungen von Augit im Centrum des Feldspaths, die sich in ihren Umrandungen ungefähr den Begrenzungen des Wirthes anschliessen, also gleichsam negative Krystalle im Feldspath, erfüllt von Augit. Dabei ist der Augit imprägnirt von Glas mit ausgeschiedenen dunklen Körnchen und sich nur zuweilen einstellendem Magnetit. Diese Interpositionen von Augit im Feldspath deuten darauf hin, dass der letztere Gemengtheil später auskrystallisirt ist als der Pyroxen.

Der Olivin ist vorwaltend in eine blassgrünliche serpentinosse Materie umgewandelt, welche Aggregatpolarisation aufweist. Besonders erwähnenswerthe Erscheinungen finden sich dabei nicht. Die ursprüngliche Substanz ist nur noch selten erhalten, und zwar sind immer die grösseren Individuen noch ziemlich frisch. Dem Olivin eigenthümlich sind Einlagerungen von durchscheinenden bräunlichen Octaedern von Picotit, die immer zu grösseren Aggregaten und Haufwerken zusammengelagert erscheinen. Sein Auftreten ist nicht allein an den Olivin geknüpft, sondern er findet sich sowohl im Feldspath als auch im Augit, kurz er ist überall verstreut. Ferner beherbergt das Magnesiaeisensilicat eine Menge Glaseier und Magnetit, der sich bei der Umwandlung des Olivins in Serpentin ausgeschieden hat.

Der Augit von lichtgelber Farbe besitzt unregelmässige Umrandungen, zeigt häufig einen Aufbau aus verschiedenen Zonen, enthält Magnetit, Glaseinschlüsse, hin und wieder Interpositionen mit einer Libelle; ob Flüssigkeits- oder Glaseinschlüsse hier vorliegen, konnte nicht bestimmt entschieden werden, vielleicht ist an erstere zu denken, da sie eine ziemlich dunkle Umrandung besitzen. Sehr oft tritt der Pyroxen nicht in diesen einzelnen Körnern auf, sondern bildet einheitliche Partien, in denen Feldspath und Olivin fast vollständig zurücktreten, Magnetit aber reichlich verbreitet ist.

Letzterer ist zugegen theils in einzelnen Körnern, theils in jenen zierlichen durch linienförmige Aneinanderreihung von Octaedern hervorgerufenen Aggregationsformen, wie sie Zirkel<sup>1)</sup> und Vogelsang<sup>2)</sup> eingehend geschildert und abgebildet haben.

Die Basis ist bald zwischen die Gemengttheile eingeklemmt, bald überzieht sie dieselben in feinen Häuten. Sie zeigt zweierlei Ausbildungen von Entglasung. Einerseits sind es zahlreiche dunkle Stäbchen und Netzwerke, welche in einem dunkelbraunen Glasteig gelegen sind. Ihre Gestalten sind sehr mannigfaltig und erinnern an die Beschreibungen Zirkel's.<sup>3)</sup> Andererseits sind es jene bekannten dunklen globulitischen Körnchen, während die Basis selbst farblos ist. Von diesen beiden Arten der Devitrification herrscht letztere bei weitem vor. Beim Kochen des Präparats mit

<sup>1)</sup> Basaltgesteine. 1869, pag. 67.

<sup>2)</sup> Archives néerlandaises. VII, 1872.

<sup>3)</sup> Mikrosk. Beschaffenheit der Min. und Gesteine. 1873, pag. 275.

concentrirter *HCl* verschwand Olivin, Magnetit und Basis, Feldspath sowohl als Augit wurden angegriffen, Picotit blieb in schönen Haufwerken zurück. Apatit konnte nur chemisch nachgewiesen werden. Aus der Beschreibung dieses Basaltes geht hervor, dass er in seiner Mikrostructur grosse Aehnlichkeit mit vielen sogenannten Anamesiten hat.

#### Basalt von Husab.

Der Feldspath dieses kryptomeren Gesteins hat ungefähr dieselben Dimensionen wie im vorigen, entbehrt jener skeletähnlichen Structur und zeigt sehr schöne Zwillingstreifung. Erwähnenswerthe Interpositionen sind nicht zu finden. Der Augit übertrifft an Grösse alle anderen Gemengtheile, er tritt auf in fast wasserklaren bis lichtgelblichen unregelmässigen Schnitten, welche geringe Magnetit- und etwas zahlreichere Feldspatheinlagerungen führen; spärlich erscheinen Zwillinge.

Der Olivin ist schon sehr stark der Umwandlung anheimgefallen, zuerst scheint sich dabei Magnetit und Eisenhydroxyd auszuschcheiden; letzteres fehlt auch oft. Dieser Ausscheidung folgt erst die Serpentinisirung. Die Magnesia des Olivins gibt somit vorwiegend zur Serpentinbildung Anlass, während das Eisen dem Magnetit seine Entstehung gibt, Picotit findet sich sehr spärlich. Das Erz des Gesteins ist zum grössten Theile Titaneisen, da bei längerer Behandlung des Schliffes mit concentrirter *HCl* kaum etwas verschwindet. Schliesslich ist noch der körnig entglasten Basis zu gedenken, welche in Form feiner Häutchen die übrigen Gemengtheile überzieht.

## II. Krystalline Schieferformation.

### Gneiss.

Blos Muscovit führende Gneisse fehlen vollständig. Nach der verschiedenen Textur können wir gewöhnlichen schieferigen, flaserigen und sogenannten knotigfaserigen Gneiss unterscheiden; letzterer entsteht aus dem flaserigen dadurch, dass grössere Feldspathkrystalle porphyrartig ausgeschieden sind. An Einschlüssen führt der Biotit hie und da Zirkone mit pleochroitischen Höfen. Der Quarz weist ähnliche Ausbildung auf wie in den Graniten. Auch eben denselben Feldspäthen wie dort begegnen wir, nämlich dem Orthoklas, Mikroklin und Plagioklas.



In einem Präparat eines quarzarmen Gneisses von Haikamchab, von dem aber leider nur ein abgesprengter Splitter vorhanden war, wurde die mikroperthitische Verwachsung zweier Feldspathe in einer noch nicht bekannten Grösse beobachtet. Eine geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis von dieser Erscheinung ist von Becke<sup>1)</sup> gegeben. In dem vorliegenden Falle treten die Einlagerungen sofort durch ihr höheres Lichtbrechungsvermögen aus der umliegenden Substanz hervor. Sie finden sich sowohl im Mikroklin als Orthoklas. Ihre Gestalt in den Schnitten ist linsen- und spindelförmig; quer zu ihrer Längsausdehnung geht eine Spaltbarkeit, die mit der Spaltbarkeit des Wirthes nach  $OP$  parallel läuft, ihre Länge beträgt 0.10 Millimeter, die Breite 0.02 Millimeter, die Länge steigt auch wohl bis 0.20 Millimeter. Sehr oft sinken sie aber auch zu so geringen Dimensionen herab, dass sie als solche nicht mehr unterschieden werden können. Der sie beherbergende Feldspath zeichnet sich alsdann durch undulöse Auslöschung aus. Die Abbildung dieser Erscheinung würde im Wesentlichen dieselbe sein wie die von Becke<sup>2)</sup> gegebene. Diese Einlagerungen löschen untereinander gleichzeitig, aber in einer anderen Richtung aus als ihr Wirth. Um die Natur derselben festzustellen, wurden die Auslöschungsschiefen in Bezug auf vorhandene Spaltbarkeiten des Feldspathes gemessen; wird die Auslöschungsschiefe des Wirthes mit (a), die der Einlagerungen mit (b) bezeichnet, so ergab sich beim Orthoklas a.  $5^\circ$ , b.  $17^\circ$ ; a.  $1^\circ$ , b.  $14^\circ$ ; a.  $1^\circ$ , b.  $13^\circ$ ; beim Mikroklin a.  $16^\circ$ , b.  $4^\circ$ ; a.  $16^\circ$ , b.  $3^\circ$ ; a.  $15^\circ$ , b.  $3^\circ$ . Die Beobachtungen stimmen also ziemlich genau mit denen von Dathe und Becke überein. Wenn wir aber mit ihnen die Einlagerungen als Oligoklas oder Oligoklasalbit ansehen, was durch jene Auslöschungsschiefen gerechtfertigt erscheint, so ist andererseits der vollständige Mangel einer abwechselnd farbigen Linirung, wie sie auf Zwillingastreifung hinweisen würde, hervorzuheben, welche — wenn vorhanden — hätte beobachtet werden müssen. Eine Täuschung kann bei der oben angegebenen Grösse nicht möglich sein. Becke und Dathe haben eine solche Zwillingastreifung wahrgenommen. Dass mit der Zersetzung, wie

<sup>1)</sup> Die Gneissformation des niederöstr. Waldviertels. Diese Mitth. IV, pag. 196.

<sup>2)</sup> Idem Taf. II, Fig. 8.

Dathel<sup>1)</sup> sagt, die Anzahl der Querlinien in diesen Gebilden zunehmen, konnte nicht gefunden werden. Uebrigens zeigen diese Mikroperthite noch eine andere Erscheinung, welche wahrscheinlich mit der Zersetzung zusammenhängt. Sie machen sich nämlich auf den ersten Blick kenntlich durch streifenweise Trübungen, welche bald selbst an die Einlagerungen gebunden sind, bald ihnen auch nur parallel laufen. Die Erklärung hiervon dürfte darin gesehen werden, dass an der Grenze der beiden Feldspathe die zersetzenden Wirkungen eine grössere Nachgiebigkeit finden als an den übrigen Stellen.

Eine eigenthümliche Umwandlung zeigt der Orthoklas in einem glimmerreichen Gneiss von der Hochfläche nördlich vom Tsoachaub- und westlich vom Khanfluss, welche in vieler Beziehung der Serpentinisirung des Olivins ähnelt. Sie nimmt ihren Anfang von der Peripherie und vorhandenen Spalten und gibt sich kund in ihrem Beginne durch — wie es scheint — wasserklare Fasern und Stacheln, die ungefähr senkrecht zu der Spalte nach allen Seiten hin ausstrahlen; in der Umgebung der Spalte werden dieselben allmählig zahlreicher und damit dichter und bilden eine hellgelbliche Substanz. Mit der weiteren Ausbildung dieser Materie geht schliesslich die lebhafteste Polarisation des Feldspaths verloren und macht einer Aggregatpolarisation Platz. Möglicherweise gehört diese Substanz zu dem Pseudophit, von welchem v. Drasche<sup>2)</sup> und v. Zepharovich<sup>3)</sup> uns genaue Beschreibungen geliefert haben. Accessorische Minerale der Gneisse sind Magnetit, Apatit, Zirkon und in einzelnen Gesteinen Fibrolith. Letzteres Mineral wird sehr reichlich in dem Fibrolithgneiss von Sievenberg (16 Kilometer östlich von Otyimbingue) gefunden.

Derselbe bildet ein mittelkörniges Gestein, bestehend aus vorwaltendem Quarz und reichlichem Feldspath; in dieser Hauptmasse liegen hie und da Glimmerblättchen. Der Feldspath ist zum grössten Theile Orthoklas, daneben findet sich auch Plagioklas. Die Aus-

---

<sup>1)</sup> Beitrag zur Kenntnis des Granulits. Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft. 1882, pag. 27.

<sup>2)</sup> Ueber eine pseudomorphe Bildung nach Feldspath. Diese Mitth. 1873, pag. 125—128.

<sup>3)</sup> Ueber eine Feldspathmetamorphose von Ckyn in Böhmen. Diese Mitth. 1874, pag. 7—12.

lösungsschiefe der Zwillingslamellen gegen die Zwillingsgrenze von  $2^\circ$  in basischen Spaltblättchen stellt ihn zum Oligoklas. Vereinzelt wurde eine sehr schöne Verwachsung von Oligoklas und Quarz, der sogenannte Mikropegmatit, beobachtet. Die Unterscheidung von Quarz und Orthoklas ist wegen der ausgezeichneten Frische des letzteren in gewissen Fällen gerade nicht sehr leicht. Fehlen nämlich dem Orthoklas die mikroskopischen Einlagerungen einer fremden Feldspathsubstanz, und ist keine Spaltbarkeit zu sehen, so ist eine Verwechslung mit Quarz nicht unmöglich. Hierzu tritt, dass der Sillimanit in beiden gleichmässig vertheilt ist, was gerade nicht sehr häufig vorkommt; eine besondere Vorliebe für Quarz ist nicht angedeutet. Was die Eigenschaften dieses Fibrolith anlangt, so ist den Ausführungen Kalkowsky's<sup>1)</sup> nichts Wesentliches hinzuzufügen. An gewissen Stellen ist er zu einem derartig dichten Gewirr von Nadeln aggregirt, dass für die Zwischensubstanz vielleicht an Cordierit gedacht werden könnte, zumal da dieser vom Quarz unter dem Mikroskop — wenn noch unzersetzt — gerade nicht leicht unterschieden werden kann. Das vollständige Fehlen von Magnesia in dem von Biotit sorgfältig gesäuberten Gesteinsmaterial muss jedoch diesen Gedanken beseitigen. Der Biotit bietet nichts Besonderes.

Von demselben Fundorte stammt ein Handstück, in welchem der Glimmer bedeutend das Uebergewicht erreicht; weisse, zwischen den Glimmerblättern liegende Flecke ergeben sich unter dem Mikroskope hauptsächlich als ein verworrenfaseriges, filziges Gewebe von Fibrolith. Die einzelnen Nadeln werden bisweilen so fein, dass sie als solche nicht erkannt werden. Die Natur des Wirthes ist schwer festzustellen, vielleicht dürfen wir ihn nach Analogie des Faserkiesels als Quarz erklären, unbedingte Gewissheit kann jedoch diese Vermuthung nicht erlangen, wie wir oben gesehen haben, wo der Fibrolith ebenso zahlreich im Feldspath als im Quarz vertreten war. Die bei weitem geringere Menge der weissen Flecke ist fibrolithfreier Feldspath.

Der Biotit ist nach allen Richtungen von Nadeln und Stäben des Sillimanits durchspickt, ausserdem enthält er sehr reichlich dunkle, regelmässig an einen Krystalleinschluss gebundene pleochroitische Höfe; kaum ein einziges Glimmerblättchen wird gefunden,

<sup>1)</sup> Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878, pag. 5.

welches derselben entbehrt. Ueber ihre Natur sind verschiedene Ansichten aufgestellt. Rosenbusch<sup>1)</sup>, der mit ihnen wahrscheinlich identische Höfe in dem Cordierit, Andalusit, Muscovit etc. fand, sieht in denselben mit Professor Kundt, da sie beim Glühen verschwinden und noch verschiedene andere Eigenschaften besitzen, ein organisches Pigment. Michel-Lévy<sup>2)</sup> unterzog die pleochroitischen Höfe in den Biotiten einer genauen Untersuchung und constatirte, dass dieselben beim Glühen unverändert bleiben, während sie, mit concentrirter *HCl* behandelt, verschwinden. Nach diesen Beobachtungen erklärt er sie für eine Concentration oder Modification des den Glimmer selbst pigmentirenden Eisengehaltes. Gegen letztere Annahme wandte sich Williams<sup>3)</sup>, er glaubt, schon ihre Form spreche gegen die Erklärung Michel-Lévy's, dass nämlich jene Umrandungen Anhäufungen eisenreicher Glimmermoleküle seien; seiner eigenen Anschauung zufolge müssten sie alsdann vielmehr einen den Begrenzungen des Wirthes entsprechenden, also hexagonalen Umriss besitzen. In Folge des Erhaltenbleibens beim Glühen hält er sie, indem dabei seine Erfahrungen mit den von Rosenbusch gemachten ebenfalls nicht übereinstimmen, für ein anorganisches Farbmittel. Da sich somit die Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse widersprechen, so wurden an dem vorliegenden Materiale die Versuche wiederholt, zumal die allgemeine und reichliche Verbreitung der Höfe in dem Biotit die Prüfung ihres Verhaltens sehr begünstigte. Zunächst wurden die Glimmerblätter gespalten, um sie durchsichtig zu erhalten, und auf dem Platindeckel geglüht; es stellte sich aber heraus, dass dieselben ziemlich undurchsichtig geworden waren. Diese Undurchsichtigkeit störte sehr die Erkennung des Verhaltens der Höfe. Um dieselbe in gewisser Hinsicht zu vermeiden, wurden nur sehr wenig Glimmerblättchen ausgewählt — deren Anblick genau studirt wurde. Nach vorsichtigem Glühen waren die Höfe selbst verschwunden, während ihr Centrum, ein Kryställchen, zurückgeblieben war. Andere

<sup>1)</sup> Die Steiger-Schiefer und ihre Contactzone an den Granititen von Barr-Andlau und Hohwald. Strassburg 1877, pag. 221 u. 222.

<sup>2)</sup> Sur les noyaux à polychroisme intense du Mica noir. Comptes rendus hebdomadaires. 1882, XCIV, Nr. 17, pag. 1196—1198.

<sup>3)</sup> Die Eruptivgesteine der Gegend von Tryberg im Schwarzwalde. N. J., Beilageband II, pag. 592.

Glimmerblätter wurden mit concentrirter  $HCl$  längere Zeit behandelt, wodurch die Höfe selbst entfernt wurden, nachdem der Glimmer gebleicht war. Die Einschlüsse wurden jetzt sehr deutlich; die lebhafte Polarisation, die Farblosigkeit, die Unlöslichkeit in  $HFl$  dürften für Zirkon, wofür sie auch Michel-Lévy erklärt hat, sprechen. Die Sache liegt also jetzt so, dass zwei Beobachter das Verschwinden, zwei das Erhaltenbleiben der Höfe constatirt haben, während alle, die überhaupt das Verhalten gegen  $HCl$  prüften, ihre Löslichkeit feststellen konnten.

Der Apatit, welcher auch häufig im Glimmer auftritt, zeigt diese Umrandung nicht, zwar findet er sich öfters zufällig in der Nähe solcher Höfe, aber das eigentliche Centrum der letzteren wird auch in diesem Falle von Zirkon gebildet.

### Glimmerschiefer.

Von Glimmerschiefern standen mir verschiedene Vorkommen zur Verfügung; zwei fanden sich zu Neu-Barmen, in einem derselben ist reichlich makroskopisch erkennbarer Granat eingesprengt, seine gewöhnliche Länge beträgt 0.16 Millimeter, seine Breite 0.14 Millimeter. Ein anderes wurde 5 Kilometer westlich von Pot am Tsoach-aubfluss anstehend vorgefunden, welches mit körnigem Kalke wechsellagert. In diesem Gestein führt der Biotit wieder jene pleochroitischen Höfe mit Zirkon, ausserdem aber auch zahlreiche, bei genügender Dicke lichtgelb erscheinende Interpositionen; bisweilen sind sehr schöne knieförmige Zwillinge zu beobachten, der Winkel der verzwillingten Individuen wurde gleich  $115^\circ$  gemessen. Die Farbe, die Zwillingsbildung, die lebhafte Polarisation sprechen für Rutil. Die Grösse des Rutils ist hie und da ziemlich bedeutend, so besass das eine Individuum eines Zwillings eine Länge von 0.03 Millimeter, das andere von 0.018 Millimeter, während sich die Breite gleich 0.009 Millimeter ergab. Ob sie jedoch primärer oder secundärer Natur sind, muss dahingestellt bleiben. Accessorisch ist Apatit, Zirkon und Turmalin, letzterer in schönen Krystallen; er erreicht eine Länge von 0.11 Millimeter und eine Breite von 0.08 Millimeter. An ein und demselben Orte finden sich nun verschiedene Varietäten dieses Glimmerschiefers. Es stellen sich z. B. rundliche bis ellipsenförmige graugrünliche Flecken ein, welche besonders deutlich auf den Schichtflächen zu erkennen sind. Unter dem Mikroskop ergeben

sie sich als ein verworren faseriges Gewebe feinsten Sillimanitnadelchen, sie besitzen eine solche geringe Breite, dass die Grenzen ein und desselben Individuums kaum von einander unterschieden werden können. Die Rutilmikrolithen im Glimmer sind bedeutend zahlreicher, zugleich aber auch feiner. In diesem Gestein wurde auch die von Williams<sup>1)</sup> im Glimmerdiorit von Lippenhof bei Tryberg beschriebene Erscheinung wahrgenommen, dass nämlich die Nadelchen und Stäbchen des Rutil im Glimmer regelmässige Strichsysteme bilden, welche öfters unter einem Winkel von 60° angelegt sind. In wieder anderen Lagen tritt der Biotit immer mehr zurück, an seiner Stelle erscheint Kaliglimmer, der sogar das Uebergewicht erlangt. Zu gleicher Zeit stellen sich auf den Schichtflächen bis 5 Millimeter im Durchmesser messende Granaten ein; das Erz wird reichlicher, neben Magnetit findet sich ziemlich viel Ilmenit; Titanit und Epidot sind seltene Gäste. Wie für die Glimmerschiefer überhaupt, so ist auch für diesen die geringe Anzahl von Flüssigkeitseinschlüssen im Quarz charakteristisch. Hieran reiht sich der

#### Staurolith führende Glimmerschiefer,

welcher zwischen Okahandya und Otyosazu ansteht. Das Gestein ist ziemlich feinkörnig, die mittlere Korngrösse des Quarzes ist 0.06 Millimeter, der Glimmer besitzt bedeutend grössere Dimensionen. Sporadische Constituenten sind Apatit, Turmalin und Muscovit. In dieser so zusammengesetzten Masse sind zahlreiche Staurolithe eingewachsen, die gewöhnliche Länge und Breite loser Krystalle beträgt 1 Centimeter, ausnahmsweise nehmen sie auch bis zu 3 Centimeter zu. Bei den Zersetzungsprocessen sind sie widerstandsfähiger als ihre Matrix und treten so deutlicher auf der Oberfläche des Gesteins hervor. Sie erscheinen gewöhnlich in Zwillingen, es fungirt dabei regelmässig  $\frac{3}{2} \text{ } \ddot{P} \text{ } \frac{3}{2}$  als Zwillingsebene. Bis zu mikroskopischen Dimensionen sinkt der Staurolith niemals hinab. Lose Krystalle des Minerals gewährten unter dem Mikroskop einen sehr schönen Anblick. Der Pleochroismus ist sehr stark, c ist rothbraun, b oder a gelb. Spaltbarkeit und Flüssigkeitseinschlüsse fehlen, dafür enthält er aber reichliche fremde feste Einlagerungen. An erster Stelle steht unter

<sup>1)</sup> Die Eruptivgesteine der Gegend von Tryberg im Schwarzwalde. N. J. Beilageband II, pag. 617.

diesen der gewöhnlich in langgestreckten Formen erscheinende Quarz; er selbst beherbergt wieder verschiedene Mikrolithen, und zwar hauptsächlich Apatit. An Menge dem Quarz am nächsten kommt der Rutil, er bildet röthlich durchscheinende, mit Metallglanz versehene Körner und Säulchen, welche bis zu äusserster Winzigkeit hinabsinken. Der Granat tritt auf in grösseren rundlich umrandeten Partien und schliesst selbst Interpositionen von Quarz und Magnetit ein. Sonstige fremde Einschlüsse im Staurolith sind noch Magnetit, Biotit, Muscovit, spärlich Turmalin, man vergleiche in dieser Beziehung die Angaben v. Lasaulx's.<sup>1)</sup> Rutil und Granat fehlen in anderen losen angeschliffenen Krystallen, nicht minder in den im Schiefer steckenden Staurolithen sowohl als auch in dem Schiefer selbst. Das Auftreten dieser Mineralien in einzelnen der losen Staurolithe dürfte also so zu erklären sein, dass auch der sie früher umgebende Glimmerschiefer den Rutil und Granat accessorisch geführt hat.

### Dioritschiefer.

Zu den Dioritschiefern sind solche hornblendeführende Schiefer gestellt, welche ziemlich viel Oligoklas enthalten. Es gehören dazu mittelkörnige Gesteine von Localitäten südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue und von der Kupfermine am Tsoachaub. Der Orthoklas nimmt bald mehr bald weniger an ihrer Zusammensetzung Theil. Die Hornblende besitzt ziemlichen Pleochroismus, es findet ein Wechsel der Farbe zwischen bräunlichgrün und blaugrün statt. Biotit und Titanit, letzterer ein constanter Begleiter der Hornblende fehlen kaum jemals. Apatit ist in diesen Gesteinen sehr reichlich verbreitet. Der Quarz kann ziemlich zahlreich vorhanden sein, verschwindet aber auch beinahe vollständig. Einer etwas genaueren Betrachtung ist eines jener zuerst genannten Gesteine würdig. An Quantität überwiegt die Hornblende, sie führt wieder jene schon vom Diorit bekannten Erzeinlagerungen, die hier noch bedeutend an Menge zunehmen. Sie sind wie dort, weil sie hexagonale Blättchen bilden und gleichzeitig durchscheinen, dem Eisenglanz zuzurechnen. Der Biotit wird gewöhnlich von der Hornblende eingeschlossen, eine gewisse Regelmässigkeit wurde dabei insofern beobachtet, als die Glimmerblätter in Längsschnitten sehr oft parallel

<sup>1)</sup> Ueber den Staurolith. Diese Mitth. 1872, II, 173 ff.

der Spaltbarkeit, in Querschnitten der Hornblende theils parallel, einer der dort zur Erscheinung gelangenden Spaltbarkeiten, theils diagonal zu ihnen und zugleich parallel der Zwillingsgrenze gelagert waren, so dass an eine regelmässige Verwachsung von Glimmer und Hornblende zu denken ist, wobei die Basis des Glimmers parallel zu  $\infty P$  und  $\infty P\infty$  der Hornblende verläuft. Zwillingsbildungen des letzteren Minerals nach  $\infty P\infty$  sind sehr häufig. Auch innige Verwachsungen von Biotit und Muscovit kommen vor, in ihnen löschen beide Mineralien zu gleicher Zeit aus. Der Apatit ist regelmässig durch eine staubähnliche Materie getrübt, letztere liegt im Centrum des Minerals und entspricht den Umrissen des Wirthes, die staubfreie Substanz bildet nur eine schmale Hülle. Mit Hilfe starker Vergrösserungen ergibt sich, dass dieselbe bald durch ziemlich rundliche Flüssigkeitsinterstitien hervorgebracht wird, bald auch durch parallel der Hauptaxe des Apatits verlaufende dunkle Striche, welche sowohl äusserst dünne Flüssigkeitseinschlüsse als leere Hohlräume sein können; die Unterscheidung ist jedenfalls schwierig. Sehr vereinzelt ist eine Spaltbarkeit nach  $\infty P$  im Apatit zugegen.

### Amphibolit.

Diese krystallinen Schiefer unterscheiden sich von den Diorit-schiefern durch den Reichthum an Quarz und ihr feineres Korn; der Feldspath, der in ihnen vorwaltend Orthoklas ist, tritt bedeutend zurück. Der Titanit bildet nicht wie dort grössere Partien, sondern erscheint in der bekannten tropfenähnlichen Form. Die Hornblende theilt die Eigenthümlichkeit mit dem Glimmer der Glimmerschiefer, dass sie auch — wenn gleich nicht so häufig — Zirkoneinlagerungen mit pleochroitischen Höfen besitzt. Mit analogen Erscheinungen machte uns R. Schwerdt<sup>1)</sup> bekannt. Der accessorische Glimmer tritt bald nur in Gestalt von Mikrolithen im Quarz auf, bald kommt er auch der Hornblende an Menge gleich. Das Erz ist gewöhnlich Magnetit, neben ihm stellt sich auch Eisenkies ein. Die zugehörigen Gesteine fanden sich 1 Kilometer östlich von Ahuawood am Tsoachaub (westlich von Kodaas) und auf der Kupfermine. Ein Handstück von Otyatyinguirira (3 Kilometer östlich von Otyimbingue) wurde als

<sup>1)</sup> Untersuchungen über Gesteine der chinesischen Provinzen Schantung und Liautung. Z. d. d. g. G. 1886, pag. 204.



Geröll im Flussbett gefunden und stammt wahrscheinlich aus Amphiboliten. Es bietet makroskopisch einen schönen bunten Anblick dar, hervorgerufen durch milchweissen Quarz, in dem rüthliche Flecken von Granat, dunkelgrüne von Hornblende und hellgrüne von Epidot, wie sich unter dem Mikroskope herausstellt, liegen. Der Granat liebt es grössere zusammenhängende Partien zu bilden, fremde Einschlüsse in ihm sind Quarz und Erzpartikel. Ausser dem beinahe die Hälfte des Gesteins zusammensetzenden Quarze erscheint noch ziemlich zahlreicher Feldspath, und zwar sowohl Orthoklas als Plagioklas; ihr durchschnittliches Korn beträgt 0.15 Millimeter. Charakteristisch für diesen Schiefer ist der reichliche Epidot, seine gewöhnliche Grösse beträgt 0.1 Millimeter. Seine Farbe ist eine blassgrünliche bis nahezu farblose, wahrscheinlich hervorgerufen durch geringen Gehalt an Eisen. Pleochroismus ist kaum wahrzunehmen. In solchen Schnitten, welche nur eine Spaltbarkeit besitzen, findet sehr oft gerade Auslöschung statt, letztere sind daher zur orthodiagonalen Zone zu rechnen; die vorhandene Spaltbarkeit kann dabei sowohl parallel  $OP$  als  $\infty P \infty$  verlaufen. Diese Schnitte sind gewöhnlich nach einer Richtung, und zwar parallel der Spaltbarkeit gestreckt; zuweilen besitzen sie auch seitliche Endigungen, entstanden durch eine Hemipyramide oder ein Klinodoma. In Schnitten mit zwei Spaltbarkeiten dagegen ist die Auslöschung meistens schief dazu; der Winkel, den die beiden Spaltbarkeiten bilden, ist nach der zufälligen Lage eines bestimmten Individuums sehr variabel. Der Epidot neigt hier sehr zur Umwandlung, eine sich einstellende Trübung nimmt von den ihn durchsetzenden Spalten ihren Ausgang: das Zersetzungsproduct ist Kalkspath. Bevor es jedoch bis zu diesem Stadium gelangt, sind nicht mehr die üblichen intensiven Polarisationsfarben des Epidots sichtbar, sondern schwach bläuliche Farbtöne, welche unwillkürlich an die des Zoisits erinnern. Fremde Einlagerungen sind in ihm ziemlich verbreitet, dazu gehören Quarz und Titanit in Form rundlicher Körner. Letzteres Mineral scheint überhaupt zuerst zum Ausrystallisiren gekommen zu sein, da es sich als Einschluss in allen übrigen Gemengtheilen des Gesteins findet, so auch in der Hornblende. Letztere ist vielleicht noch deshalb erwähnenswerth, als ihre sehr in die Länge gestreckten Individuen regellos durcheinander gewachsen sind. Apatit mit sehr viel Flüssigkeitsinterpositionen ist zu den accessorischen Mineralien zu stellen.

### Augitgneiss.

Als Augitgneisse gelten hier solche Schiefergesteine, welche neben Augit und Quarz sehr viel Feldspath enthalten, die Stelle des Feldspaths kann aber auch Skapolith und Wollastonit einnehmen.

#### Skapolith führende Augitgneisse.

Bevor wir zur Beschreibung derselben übergehen, wird es nicht unangebracht sein, zuvor einen kurzen Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis vom Skapolith als Gesteinsgemengtheil zu geben. Wenn wir dabei von den Dipyren und Couseraniten der Pyrenäen, welche contactmetamorpher Bildung sind und eine eingehende mikroskopische Beschreibung von Zirkel<sup>1)</sup>, Fischer<sup>2)</sup> und v. Lasaulx<sup>3)</sup> erfahren haben, absehen, so hat ihn zuerst Michel-Lévy<sup>4)</sup> als solchen entdeckt. Das betreffende Gestein stammt von den Apatitlagerstätten von Bamle bei Brevig und besteht aus Hornblende, Skapolith, Titanit, Magnetit und wenig Plagioklas. Törnebohm<sup>5)</sup> fand eben dasselbe Mineral in verschiedenen nordischen Gesteinen, so in einer orthitreichen Varietät des Epidotgneisses von Brunsberg in Wermland, in einem hornblendehaltigen Gneiss von Gottenvik in Ostgothland und in einem Augit, Feldspath und Quarz führenden Gestein aus dem Granulit der Insel Ornö. Becke<sup>6)</sup> beschreibt ihn aus mehreren Augitgneissen des niederösterreichischen Waldviertels, welche bald mehr bald weniger Kalkspath enthalten, Svedmark<sup>7)</sup> ganz neuerdings aus schwedischen

<sup>1)</sup> Beiträge zur geolog. Kenntnis der Pyrenäen. Zeitschr. d. d. g. G. 1867, pag. 202.

<sup>2)</sup> Kritische, mikroskopisch-mineralog. Studien. I. Fortsetzung. Freiburg i. Br. 1871, pag. 52.

<sup>3)</sup> Beiträge zur Mikromineralogie. N. J. 1872, pag. 848.

<sup>4)</sup> Sur une roche à sphène, amphibole et wernérite granulitique des mines d'apatite de Bamle près Brevig (Norvège). Bull. de la société géol. de France. 1878, I, pag. 43—46.

<sup>5)</sup> Ett par skapolitförande bergarter. Geologisk. Foreningens i Stockholm Förhandlingar. 1882, VI, Nr. 75, 193.

<sup>6)</sup> Die Gneissformation des niederöstr. Waldviertels. Diese Mitth. IV, pag. 365—386.

<sup>7)</sup> Om några Svenska skapolitförande bergarter. Geolog. Foren. i Stockholm Förhdl. 1884, VII, Nr. 89, pag. 293.

Amphiboliten<sup>1)</sup>. Das Auftreten des Skapoliths ist somit an die krystallinen Schiefer gebunden, während er den Eruptivgesteinen als primärer Gemengtheil zu fehlen scheint. Auf den ersten Blick konnte zwar das von Michel-Lévy mikroskopisch und chemisch untersuchte Gestein dieser Behauptung widersprechen, wenn wir dasselbe mit Brögger und Reusch<sup>2)</sup> als eruptiv betrachten. Allein diese Bedenken müssen schwinden, seitdem Sjögren<sup>3)</sup> nachgewiesen, dass sich der darin befindliche Skapolith auf secundärem Wege aus dem Feldspath eines Gabbro gebildet habe, und ausführlich die Uebergangsformen des normalen in den umgewandelten sogenannten gefleckten Gabbro erörtert hat.

Was nun das Auftreten des vorliegenden Skapoliths anlangt, so erscheint derselbe in verschiedenen Augitgneissen, in denen das Mineral die Rolle des sonst in Gneissen regelmässig vertretenen Feldspaths mehr oder minder übernimmt. Wir haben es also hier mit einem ähnlichen Vorkommen zu thun, wie es Becke beschrieben hat; auch Amphibolite treten zuweilen in unmittelbarer Nachbarschaft auf. Jedenfalls haben diese Augitgneisse hier im Hererolande wie dort im niederösterreichischen Waldviertel nur eine untergeordnete locale Bedeutung in dem krystallinen Schiefergebiet. Die Fundpunkte der hier zunächst zur Beschreibung gelangenden, sehr skapolithreichen Gesteine sind die sogenannte Kupfermine und Husab am Tsoachaub. Wir wollen bei der Betrachtung derselben so verfahren, dass wir das Gestein der Kupfermine ausführlich erörtern und alsdann die geringen Unterschiede des anderen Vorkommens kurz anfügen.

#### Augit-Skapolithgneiss von der Kupfermine.

In dem grobkörnigen keine Andeutung von Schieferung zeigenden Handstück wechseln skapolithreiche und -arme und dem entsprechend augitarmer und -reicher Partien. In denjenigen Theilen, in denen der fettglänzende Skapolith vorwaltet, kann man deutlich die ziemlich parallele Lagerung seiner Individuen beobachten, durch sie

<sup>1)</sup> Nachdem meine Untersuchungen abgeschlossen waren, hat Mügge (vergl. N. J. Beilageband IV, pag. 583) skapolithführende Amphibolite aus dem Massailande in Ostafrika kennen gelehrt.

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. d. g. G. 1875, pag. 646.

<sup>3)</sup> Om de norska apatitförekommerna och sannolikheten att anträffa apatit i Sverige. Geologiska Föreningens i Stockholm. Förhdl. 1882, VI, Nr. 81, pag. 469.

und eine ausgeprägte Spaltbarkeit des Minerals entsteht eine scheinbare Faserung. Selbstständige krystallographische Contouren fehlen dem Skapolith. Auf den ersten Blick könnte er mit Feldspath verwechselt werden. Plagioklas konnte es nicht sein wegen des Mangels der Zwillingsbildung, gegen Orthoklas sprach auch manches, namentlich das viel zu hohe specifische Gewicht. Der Augit von dunkelgrüner Farbe bildet ziemlich rundliche Körner.

Skapolith. Präparate, parallel der Längsausdehnung des Minerals angefertigt, weisen eine vollkommene Spaltbarkeit auf, parallel welcher Auslöschung stattfindet. Er ist von äusserster Frische und zeigt in diesen Längsschnitten gerade nicht sehr viel Erscheinungen, welche zur Identificirung mit dem Skapolith führen können. Ausgenommen sind die selbst in den dünnsten Schliffen, wo sich der Feldspath nur noch in grauen Tönen bewegt, sehr intensiven Polarisationsfarben. Sie erinnern am meisten an die des Muscovits. Diese lebhafte Polarisation in verhältnismässig sehr dünnen Schnitten auch dem Quarz gegenüber erklärt sich durch den grösseren Brechungsexponenten des Skapoliths, da aber zugleich seine Doppelbrechung grösser als beim Quarze ist, so nimmt die Intensität der Interferenzfarben mit wachsender Dicke ungleich schneller ab. In Querschnitten welche nicht ganz parallel  $OP$  sind, werden zwei gleichwerthige mehr oder weniger zu einander rechtwinklige Spaltbarkeiten wahrgenommen. Die Auslöschung des Minerals findet auf diese bezogen in so gerichteten Querschnitten diagonal, d. h. möglichst schief statt. Liegt der Winkel der Spaltbarkeit nicht weit von  $90^\circ$ , so ist die Auslöschungsschiefe nicht weit von  $45^\circ$  entfernt. Nach dem Gesagten kann es sich hier nur um eine Spaltbarkeit parallel  $\infty P$  handeln, wo überhaupt schiefe Auslöschung stattfindet, da muss sie auf die Spaltbarkeit nach  $\infty P$  bezogen möglichst gering sein. Diese Beobachtung steht in Widerspruch mit der gewöhnlichen Ansicht, dass parallel  $\infty P$  die vollkommenere Spaltbarkeit des Skapoliths verlaufe. Um dieses von der bisherigen Anschauung, vergl. die Handbücher von Dana, Naumann-Zirkel, des Cloizeaux, Tschermak abweichende Resultat zu erklären, wurden verschiedene Skapolithprismen, z. B. von Arendal und von Eg bei Christiansand in Norwegen etwas schief zur Basis angeschliffen. Auch hier fanden sich zwei zusammengehörige ungefähr zu einander rechtwinklige Spaltbarkeiten, die Auslöschung erfolgte diagonal; auf

genau dasselbe Resultat führte die staurososkopische Untersuchung. Ausser dieser hier ebenfalls dem Protoprisma entsprechenden Spaltbarkeit war noch eine andere in diagonalen Lage zu der ersteren wahrzunehmen, welche aber keineswegs als vollkommen gelten kann, da sie nicht in gerader Linie, sondern äusserst unregelmässig verläuft. Zwar bricht das Mineral am besten nach  $\infty P\infty$ , aber gemäss jenem ungeraden Verlaufe sehr unterbrochen, so dass die Spaltbarkeit nach dem Deuteroprisma mehr als Absonderung zu gelten hat. Letztere wurde in vorliegenden Gesteinen nur selten beobachtet. In streng basisch getroffenen Individuen des Skapoliths in dem Augitgneiss von der Kupfermine, welche nur sehr spärlich gefunden wurden, kann natürlich von einer Auslöschungsschiefe nicht die Rede sein. Sie bleiben vielmehr bei einer vollen Drehung des Objecttisches vollständig dunkel und geben im convergenten polarisirten Lichte das Interferenzkreuz eines zur Hauptaxe senkrecht geschnittenen einaxigen Minerals. Um den Charakter der Doppelbrechung festzustellen, wurde zwischen Object und Analysator eine  $\frac{1}{4}$  Undulationsplatte von Glimmer eingeschoben, anstatt des dunklen Kreuzes erschienen alsdann zwei schwarze Punkte in einander gegenüberliegenden Quadranten, deren Verbindungslinie parallel der optischen Axenebene des Glimmers verlief. Das Mineral ist somit optisch einaxig negativ. Die Polarisationsfarben der Querschnitte sind im Gegensatz zu denen der Längsschnitte sehr schwach, sie durchlaufen nur die Reihe der verschiedenen grauen Töne. Ausser jener vollkommenen Spaltbarkeit durchsetzen den Skapolith noch zahlreiche unregelmässige Klüfte und Spalten. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen vollständig zu fehlen. Charakteristisch für vorliegenden Skapolith sind lange schmale Lamellen eines Erzes, welche aus der Auslöschung des Wirthes und der Anlage des Schliffes zu schliessen parallel der Hauptaxe des tetragonalen Minerals gelagert sind. Die Umrisse dieser Gebilde sind in Längsschnitten hexagonal, dabei besitzen aber zwei Seiten den anderen gegenüber eine bedeutende Verlängerung. Sie werden mit grauer und graublauer Farbe durchscheinend. Hie und da sind auch innerhalb derselben Linien zu beobachten, die man für Spaltbarkeit zu halten geneigt ist. Alle diese Charakteristika lassen an der Natur dieser Mikrolithen als Eisenglimmer ( $Fe_2O_3$ ) keinen Zweifel, die beschriebene scheinbare Spaltbarkeit ist also der Absonderung des Hämatits nach dem Grundrhomboeder zuzuschreiben.

Besonders reichlich treten diese Interpositionen in dem Skapolith des Augitgneisses von Husab auf und rufen seine graublaue Farbe hervor. Dunkle Einlagerungen im Skapolith wurden schon früher sehr oft beobachtet, massenhaft erscheinen sie in den Couseraniten und sind vorwiegend daselbst Kohlenstoff; Tschermak<sup>1)</sup> hält die der typischen Skapolithe für irgend ein eisenhaltiges Mineral oder Pyrit. Ausserdem finden sich in vorliegendem Skapolith farblose Einlagerungen, welche in Längsschnitten eine sechsseitige Begrenzung mit vorwiegender Entwicklung zweier Seiten besitzen. Oft sind dieselben an den Enden auch abgerundet. Sie rufen im polarisirten Licht ein wahrhaft prächtiges Bild hervor, zumal, wenn sie, wie das öfters der Fall ist, zu zahlreichen Individuen eng zusammengelagert sind. In dem in den lebhaftesten Farben spielenden Skapolith zeigen diese Interpositionen keine einheitliche Farbe, sondern die Newton'schen Farbenringe. Die Erklärung dieser Erscheinung konnte erst durch Vergleich mit Querschnitten gefunden werden. Hier stellte es sich deutlich heraus, dass wir es mit Durchschnitten linsenförmiger Körper zu thun haben, sie erscheinen daselbst in Form rundlicher Gebilde. Ferner ist oft ihre Oberfläche bei einer Einstellung der Mikrometerschraube auf den umliegenden Skapolith grösser als in tieferen oder höheren Einstellungen, über den verschwindenden Theil greift Skapolith hinüber. Die zahlreichen Flüssigkeitseinschlüsse in diesen Einlagerungen, welche ihnen in den Längsschnitten ein durchlöchertes Aussehen geben, sprechen mit grosser Wahrscheinlichkeit für Quarz. In den Querschnitten treten die Interferenzfarben mehr zurück und es zeigt sich oft die bekannte Polarisationsfarbe des Quarzes. Das einzige Mineral, um das es sich vielleicht noch handeln könnte, wäre Feldspath, dagegen spricht aber der vollständige Mangel einer Spaltbarkeit. Derartige Interpositionen sind meines Wissens bis jetzt im Skapolith noch nicht beschrieben. Bei der Umwandlung des Minerals bilden sich von den es durchsetzenden Spalten und Klüften faserige Gebilde, welche sich senkrecht zu diesen stellen. Ihre Natur blieb unbekannt. Zuweilen sind grössere Partien schon stark getrübt, in ihrem Aussehen bieten dieselben sehr viel Aehnlichkeit mit der vom Feldspath bekannten Kaolinbildung. Besonders auffallend kann uns dies nicht

<sup>1)</sup> Die Skapolithreihe, Berichte der kais. Akad. der Wissenschaften zu Wien. Math.-Naturw. Classe. 1883, I, 88, pag. 1149.

erscheinen, da ja der Skapolith dem Feldspath in seiner chemischen Zusammensetzung sehr nahe kommt. Hie und da in ihm liegende grössere oder kleinere Epidotpartikel dürften auch wohl dem Skapolith ihre Entstehung verdanken. Umwandlung von Wernerit in Epidot beschreiben Forchhammer<sup>1)</sup>, G. Rose<sup>2)</sup>, Bischof<sup>3)</sup> und Blum.<sup>4)</sup> In Betreff dieser Bildung sind hier vielleicht ähnliche Hypothesen angebracht, wie sie A. Schenk<sup>5)</sup> für die Entstehung des Epidot aus dem Feldspath gemacht hat. Die Mitwirkung des Augits wird bestätigt durch die Beobachtung, dass zuweilen von den Grenzen des schon zersetzten Augits nach allen beliebigen Richtungen auf den Klüften des Skapoliths Epidotstrahlen ausgehen. Das Einzige, was dem Skapolith zur Epidotbildung fehlt, ist der Eisengehalt. Derselbe kann nun durch kohlensäurehaltige Gewässer aus dem Augit ausgelaugt sein; an anderen Stellen, die ziemlich weit von Augit entfernt sind, verliert diese Voraussetzung ihre Giltigkeit, hier können vielleicht die Eisenglanzinterpositionen das nöthige Eisen geliefert haben. Was das chemische Verhalten des Skapoliths anlangt, so wird derselbe von conc. *HCl* ziemlich angegriffen. Um Material für die chemische Analyse des Skapoliths zu bekommen, wurde das specifische Gewicht einer kleinen, von Quarz freien Probe des Skapoliths mittelst der Westphal'schen Wage bestimmt, und zur Trennung der Gemengtheile die Thoulet'sche Lösung auf diese Concentration gebracht. Es fiel alsdann sowohl der Augit, als die mit Augit verunreinigten Theilchen; wurde hierauf das specifische Gewicht der Lösung um ein Geringes erniedrigt, so wurde ein Material erhalten, welches zur Analyse benutzt werden konnte, da die mit Quarz imprägnirten Theile in der Lösung suspendirt blieben. Eine Entfernung der geringen Eisenglanzeinlagerungen aus dieser Substanz war nicht möglich, da eine kurze Behandlung mit *HCl* auch den Skapolith energisch angreift. Die chemische Analyse des so getrennten Skapoliths ergab:

<sup>1)</sup> Journal für prakt. Chemie. 36, 403, 1845.

<sup>2)</sup> Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch. 1864, pag. 6.

<sup>3)</sup> Chemische Geologie. II, pag. 541.

<sup>4)</sup> Pseudomorphosen. I, 61; II, 46; III, 117.

<sup>5)</sup> Die Diabase des oberen Ruhrthales und ihre Contacterscheinungen mit dem Lenneschiefer. Inaugural-Dissert. Bonn 1884.

## I.

$SiO_2$	52.62
$Al_2O_3$	26.42
$Fe_2O_3$	Spuren
$CaO$	13.11
$Na_2O$	6.62
$K_2O$	0.45
$Cl$	0.10
$SO_3$	0.79
Glühverlust	0.43
	<hr/> 100.54

Specificsches Gewicht 2.683 bei 12° C.

Die Analyse des Skapoliths aus dem Gestein von Husab, welche ich hier schon anfügen will, hatte bei einem spezifischen Gewichte von 2.682 bei 12° C. folgendes Resultat:

## II.

$SiO_2$	53.24
$Al_2O_3$	25.60
$Fe_2O_3$	Spuren
$CaO$	12.83
$Na_2O$	7.03
$K_2O$	0.47
$Cl$	0.12
$SO_3$	0.66
Glühverlust	0.50
	<hr/> 100.45

Die spezifischen Gewichte wurden vermittelst der Westphalschen Wage bestimmt. Die einzige bis jetzt bestehende Analyse von gesteinsbildendem Skapolith ist die des Skapoliths von Bamle von Michel-Lévy<sup>1)</sup>, sie ergab:

<sup>1)</sup> Sur une roche à sphène, amphibole et wernérite granulitique des mines d'apatite de Bamle près Brevig (Norvège). Bull. de la société géol. de France. 1878, I, pag. 44.



$SiO_2$	. . . . .	59.66
$Al_2O_3$	. . . . .	22.65
$CaO$	. . . . .	7.32
$MgO$	. . . . .	2.60
$Na_2O$	. . . . .	8.13
$K_2O$	. . . . .	schwache Spuren
$P_2O_5$	. . . . .	merkliche Spuren
		<hr/> Summe 100.36

Specifisches Gewicht 2.63.

Diese Analyse zeigt zwar grosse Abweichungen von den obigen, stimmt aber ebenso wie diese ziemlich gut mit der Tschermak'schen Theorie über die Zusammensetzung des Skapoliths überein. Die Geschichte des Vorkommens von Bamle ist eine recht eigenenthümliche.

Eine genaue Beschreibung desselben wurde uns zuerst von Brögger und Reusch<sup>1)</sup> gegeben, sie bezeichnen das Gestein als gefleckten Gabbro; sein Aussehen sei dem des Forellensteins ähnlich, es bestehe aus Hornblende und aus weissem bis grünlich weissem Labradorit, Spaltungsrichtungen fehlten, sein Aussehen erinnere an Quarz. Zur Begründung ihrer Behauptung, dass hier Labradorit vorliege, wird eine unvollständige Analyse von Wlengell beigelegt. Michel-Lévy, ohne diese Arbeit zu kennen, lieferte eine ausführliche Beschreibung desselben Gesteins, fand aber eine abweichende chemische Zusammensetzung des fraglichen Minerals. Auf Grund der Analyse und der optischen Eigenschaften erklärt er dasselbe als Wernerit. Lang<sup>2)</sup> bezeichnet mit dem Namen „gefleckter Gabbro“ ein anderes Gestein, während sein dunkler Gabbro mit dem obigen gefleckten übereinzustimmen scheint. Er sagt wörtlich (pag. 502): Von dem feldspathigen Gemengtheil desselben bleibt die Natur als Plagioklas noch zu erweisen; durch das optische Verhalten (Auslöschung bei Parallelstellung der vorwaltenden und gut ausgesprochenen Spaltrichtung zu einer Nicol-Diagonale) wird man eher an ein rhombisches Mineral (Prehnit) erinnert. Zu gleicher Zeit kritisirt er die Analyse Wlengell's insoferne, als sie unvoll-

<sup>1)</sup> Vorkommen des Apatit in Norwegen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1875, pag. 647 u. 648.

<sup>2)</sup> Ein Beitrag zur Kenntnis norwegischer Gabbros. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1879, 484—503.

ständig ist; jedoch auf die keineswegs für Labradorit, wohl aber für Skapolith sprechende chemische Zusammensetzung und das spezifische Gewicht hat er nicht aufmerksam gemacht.

Wir sind also wegen Mangel ähnlicher Analysen von gesteinsbildendem Skapolith bei einer Vergleichung angewiesen auf Analysen anderweitiger Skapolithvorkommnisse, welche nicht diese Rolle spielen. Hier zeigen nun die grösste Uebereinstimmung verschiedene Analysen von Sipöcz<sup>1)</sup>, auf welche sich hauptsächlich Tschermak bei seiner Discussion über die chemische Zusammensetzung des Skapoliths stützt. Dieselben sind:

Skapolith von Malsjö	Skapolith von Gouverneur
Specifisches Gewicht 2·675	Specifisches Gewicht 2·660
$SiO_2$ . . . . . 52·48	$SiO_2$ . . . . . 52·65
$Al_2O_3$ . . . . . 25·56	$Al_2O_3$ . . . . . 25·31
$FeO$ . . . . . 0·39	$FeO$ . . . . . 0·11
$CaO$ . . . . . 12·44	$MgO$ . . . . . 0·23
$Na_2O$ . . . . . 6·52	$CaO$ . . . . . 11·30
$K_2O$ . . . . . 0·79	$Na_2O$ . . . . . 6·64
$Cl$ . . . . . 1·70 <sup>2)</sup>	$K_2O$ . . . . . 1·58
$SO_3$ . . . . . 0·58	$Cl$ . . . . . 2·14 <sup>2)</sup>
$CO_2$ . . . . . 0·14	$SO_3$ . . . . . 0·14
$H_2O$ . . . . . 0·61	$CO_2$ . . . . . —
	$H_2O$ . . . . . 0·42
Summe 101·21	Summe 100·53

Beim Vergleich der Analysen ergibt sich eine ziemlich grosse Uebereinstimmung; der einzige auffallende Unterschied findet sich im Chlorgehalte. Derselbe wurde bei den Skapolithen der afrikanischen Gesteine so bestimmt, dass das Mineral mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen und dann statt wie gewöhnlich mit  $HCl$  mit  $HNO_3$  behandelt wurde. Diese Abweichung kann uns nicht allzusehr auffallen, da sowohl Rammelsberg<sup>3)</sup> als Streng<sup>4)</sup> die Frage nach dem Chlorgehalt der Skapolithe noch nicht als abgeschlossen betrachten. Das Eine gesteht auch Rammelsberg zu,

<sup>1)</sup> Diese Mitth. IV, pag. 266 u. 269.

<sup>2)</sup> Diese Chlormengen sind in der Tschermak'schen Arbeit veröffentlicht.

<sup>3)</sup> Ueber die Gruppe des Skapoliths. Sitzungsberichte der kön. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin. 18. Juni 1885, pag. 589.

<sup>4)</sup> Referat zu letzterer Abhandlung. N. J. 1886, pag. 197.

dass im Allgemeinen mit dem Wachsen des Natrium auch das Chlor zunehme. Aus den beiden Analysen geht jedenfalls hervor, dass mit steigendem Calciumgehalte sich die Menge des Natriums vermindere, wie schon G. vom Rath gefunden hatte. Aus Analyse I berechnet sich  $Al_2O_3 : CaO + Na_2O = 3 : 4.03$ , aus Analyse II  $3 : 4.16$ . Die Tschermak'sche Theorie verlangt  $3 : 4$ . Der Analyse I kommt am nächsten ein Skapolith, bestehend aus 50% Mejonit- und 50% Marialithsubstanz, die Zusammensetzung desselben ist berechnet:

$SiO_2$ . . . . .	52.07
$Al_2O_3$ . . . . .	26.43
$CaO$ . . . . .	12.54
$Na_2O$ . . . . .	7.33
$Cl$ . . . . .	2.10
<hr/> Summe 100.47	

Der Analyse II kommt am nächsten ein Skapolith, bestehend aus 45% Mejonit- und 55% Marialithsubstanz; die berechnete Zusammensetzung eines solchen ergibt:

$SiO_2$ . . . . .	53.17
$Al_2O_3$ . . . . .	25.62
$CaO$ . . . . .	11.29
$Na_2O$ . . . . .	8.07
$Cl$ . . . . .	2.31
<hr/> Summe 100.46	

Der Augit des Gesteins besitzt merklichen Pleochroismus, die Farben wechseln zwischen gelbgrün und dunkelgrün; seine Auslöschungsschiefe auf  $\infty P \infty$  steigt bis zu  $47^\circ$ . In Querschnitten ist oft eine ausgezeichnete, ungefähr rechtwinklige Spaltbarkeit zu beobachten, daneben findet sich eine geringe Andeutung einer Absonderung nach dem Orthopinakoid. Er ist noch ziemlich frisch. Als Umwandlungsproducte haben sich zuweilen stärker pleochroitische Partikel gebildet; in einem besonderen Individuum war der ursprüngliche Augit vollständig verschwunden, an seine Stelle war Uralit getreten. Ferner hat der Augit Epidot seine Entstehung gegeben. Letzterer scheint sich vorwiegend in der Peripherie des Augits zu bilden, so dass jedenfalls der umliegende Skapolith das Seinige zu seiner Bildung beiträgt. Die chemische Analyse dieses ebenfalls mit Thoulet'scher Lösung getrennten Augits ergab:

## III.

$SiO_2$	48.23
$Al_2O_3$	2.73
$FeO$	18.75
$MnO$	Spur
$CaO$	22.82
$MgO$	6.43
$Na_2O$	1.40
<hr/> Summe 100.36	

Specifisches Gewicht 3.37 bei 10 C.

Der vorstehenden sehr ähnliche Analysen sind neuerdings nicht veröffentlicht, am nächsten möchte ihr vielleicht die des Diopsid von Nordmarken von Doelter<sup>1)</sup> kommen, welche folgendes Resultat hatte:

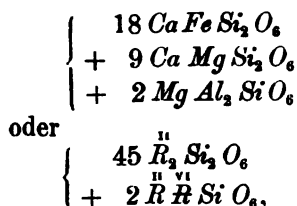
$SiO_2$	50.91
$Al_2O_3$	0.17
$FeO$	17.34
$Fe_2O_3$	0.76
$MnO$	0.21
$CaO$	22.93
$MgO$	7.21
<hr/> Summe 99.63	

Aus Analyse III berechnet sich:

		Quotienten	Atomverhältnisse
$Si$	22.51	0.8040	57 (56)
$Al$	1.55	0.0568	4
$Fe$	14.59	0.2605	18
$Ca$	16.30	0.4075	27
$Mg$	3.86	0.1608	11
$O$	41.19	2.574	180 (174)

Hier ist also  $Ca < Fe + Mg$ , wie es die Tschermak'sche Theorie für thonerdehaltige Augite verlangt. Schreiben wir statt 57  $Si$  56 und statt 180  $O$  174 — letzteres ist deshalb nicht unstatthaft, weil wir  $O$  aus der Differenz berechnet, bei der Analyse aber nur 98.96 Procent, abgesehen von den Alkalien, erhalten haben — so kommt dieser Analyse am nächsten die Mischung:

<sup>1)</sup> Ueber Diopsid. Diese Mitth. I, pag. 60.



was ungefähr einer procentarischen Zusammensetzung von:

65·53 Kalkeisensilicat

29·13 Kalkmagnesiasilicat

5·24 Thonerdesilicat

gleichkommt; direct aus der Analyse berechnet sich, wenn denen Doelter's<sup>1)</sup> entsprechende Annahmen gemacht werden:

65·00 Kalkeisensilicat

29·60 Kalkmagnesiasilicat

5·40 Thonerdesilicat.

Zu den mehr zurücktretenden Gemengtheilen des Gesteines gehört der trikline Feldspath; er musste nach der von Michel-Lévy<sup>2)</sup> angegebenen Methode dem Albit zugerechnet werden. Einer besonderen Erwähnung bedürfen zwei Zwillingsbildungen desselben, welche wahrscheinlich nach dem Albit- und Periklingesetz erfolgen. Zu den accessorischen Mineralen ist auch der Quarz mit seinen zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen zu stellen. Ferner gehört dahin sehr spärlicher Apatit und Muskovit.

#### Skapolith-Augitgneiss von Husab.

Der einzig erwähnenswerthe Unterschied von dem eben behandelten Vorkommen findet sich in der grösseren Betheiligung von Quarz und Feldspath an der Gesteinszusammensetzung. Letzterer ist vorwiegend triklin, hin und wieder auch monoklin. Der Skapolith bildet eine Art von Grundmasse für die übrigen Gemengtheile, sein mittleres Korn beträgt 0·5 Millimeter; seine bläuliche Farbe und ihre Entstehung sind schon oben angedeutet. Der Augit ist zugegen in Form einzelner Körner und tritt sehr gegen den Skapolith zurück, weshalb zur Analyse des ersteren kein genügendes Material zusammengebracht werden konnte. An demselben Fundorte treten

<sup>1)</sup> Ueber Diopsid. Diese Mitth. I, pag. 52.

<sup>2)</sup> De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des roches éruptives. Paris 1877. Ann. des mines (7). XII 451 ff.

in einem mikroklinreichen, Augit und Titanit führenden Gestein Einlagerungen auf, welche vorwiegend aus Granat und Augit zusammengesetzt sind.

Es können in denselben die beiden Gemengtheile ungefähr zu gleichen Theilen vorhanden sein, und sie erinnern dann sehr an Eklogit, oft erhält aber auch der Granat bedeutend das Uebergewicht, so dass Granatfels ähnliche Gesteine resultiren. Diese Einlagerungen führen nun auch den Skapolith. Ausser jenen herrschenden Bestandtheilen Granat und Augit erscheint nämlich Quarz und Skapolith. Letzterer gibt sich hier wieder durch seine gerade Auslöschung, sehr lebhafte Polarisationsfarben und jene Einlagerungen von Eisenglanz kund. Flüssigkeitseinschlüsse fehlen vollständig. An einzelnen Stellen ist derselbe schon sehr stark getrübt; in diesen allein den Skapolith zu erkennen würde wohl schwer möglich sein, man wäre geneigt, ihn für stark zersetzten Feldspath mit Neubildung von Epidot zu halten. Nur die Beobachtung der Uebergänge vermag auch hier die Zersetzungsproducte, Kalkspath und Epidot, auf ursprünglichen Skapolith zurückzuführen. Der Augit besitzt wie in jenen beschriebenen Gesteinen deutlichen Pleochroismus und sehr starke Auslöschungsschiefe. Er neigt sehr zur Umwandlung; Kalkspath hat sich in Flitterchen, ebenso Hornblende auf seine Kosten gebildet. Der Granat weist eine sehr helle Färbung auf und enthält reichlich Einschlüsse der ihn begleitenden Minerale Quarz, Augit und Skapolith. In einem nur aus Quarz und Granat bestehenden Handstück nimmt der Skapolith sehr grosse Dimensionen an, wofür der Umstand sprechen mag, dass ich ein Präparat von sozusagen reinem Skapolith mit einer Fläche von einem Quadratcentimeter anzufertigen vermochte.

Einen Uebergang zu solchen Augitgneissen, welche des Skapoliths vollständig entbehren, liefert uns ein solcher, der 1 Kilometer westlich von Ahuawood anstehend gefunden wurde. Der Quarz dieses graugrünen mittelkörnigen Gesteins führt zahllose Flüssigkeitseinschlüsse und Interpositionen der mit ihm verbundenen Minerale Titanit und Augit. Jedenfalls gehört der Feldspath zu den kalkhaltigsten Gliedern. Derselbe fiel nämlich bei einem Concentrationsgrade der Thoulet'schen Flüssigkeit, bei dem Labradorit noch schwamm. Ob wir es jedoch mit Labradorit oder Anorthit zu thun haben, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden. Wegen seiner

gewöhnlichen starken Umwandlung ist er zur Beobachtung von Auslöschungsschiefen nur selten geeignet. Wenn solche gemessen werden konnten, gaben auch sie wegen der geringen Anzahl zur Beobachtung gelangender Fälle keinen sicheren Aufschluss. Die Auslöschungsschiefen zu beiden Seiten der Zwillingsgrenzen ergaben bald über  $30^\circ$ , bald auch nur gegen  $20^\circ$ . Das einzige Auskunftsmittel wäre vielleicht eine Analyse, sie würde jedoch keinen besonderen Werth haben, da in Folge der starken Zersetzung des Minerals keine sicheren Schlüsse aus derselben gezogen werden könnten. Die Umwandlungsproducte des Feldspaths sind Kalkspath und Kaolin. Ausser dem gewöhnlichen grünen Augit findet sich in diesem Schiefer noch ein anderes beinahe farbloses Pyroxenmineral. Dasselbe zersetzt sich sehr leicht, seine Polarisationsfarben sind in den schon angegriffenen Partien schwachbläuliche. Bei der Umwandlung entstehen auf der Oberfläche zahlreiche Kalkspathblättchen. Solche Schnitte, welche nur eine Spaltbarkeit aufweisen, besitzen eine starke Auslöschungsschiefe, lassen selten Axenaustritte beobachten und geben hier und da zur Uralitbildung Veranlassung. Charakteristisch für dieses Mineral ist eine gewöhnlich auftretende basische Absonderung. Ob wir dasselbe zu dem Salit oder den thonerdehaltigen, ziemlich eisenfreien Augiten zu stellen haben, bleibt wegen der Schwierigkeiten, welche sich einer Trennung dieses Minerals entgegenstellten, unentschieden. Accessorisch ist Hornblende, reichlicher Titanit und spärlich Apatit, letzterer ganz erfüllt mit Flüssigkeits einschüssen. Zu diesen ist auch der Skapolith zu rechnen, der sehr vereinzelt sich einstellt; sowohl Längsschnitte als Querschnitte finden sich mit den oben beschriebenen charakteristischen Eigenschaften.

Von diesem Gestein unterscheidet sich ein Augitgneiss von Reed nur sehr wenig. Es fehlt ihm der Skapolith vollständig. Der farblose Augit ist nur in einzelnen Partien des Gesteins zugegen, der Quarz ist nicht so zahlreich wie dort. Dieser Schiefer ist überhaupt feinkörniger, während dort die mittlere Korngrösse des Quarzes 0.25 Millimeter, des Augits 0.15 Millimeter, des Feldspaths 0.35 Millimeter beträgt, ist die des Quarzes hier 0.15 Millimeter, des Augits 0.10 Millimeter, des Feldspaths 0.25 Millimeter.

### Wollastonit führender Augitgneiss.

Das Auftreten des primären Wollastonits ist soweit bekannt auf einzelne Eruptivgesteine beschränkt. So fand Törnebohm<sup>1)</sup> denselben in einem Nephelinsyenit von Alnö. Es scheint also der Nephelin in Eruptivgesteinen ein constanter Begleiter des Wollastonits zu sein.

In krystallinen Schiefergesteinen dürfte letzterer als primärer Gemengtheil kaum beschrieben sein. Zwar erwähnt schon Cross<sup>2)</sup> denselben in einem gneissartigen Gestein von Roguedas in der Bretagne, daselbst ist er aber ein secundäres Product, eine Pseudomorphose nach Plagioklas. Das Auftreten der Wollastonit führenden Schiefer in dem Hererolande scheint vollständig jenem der skapolithhaltigen Augitgneisse analog zu sein, da sie mit diesen wechsellagern. Ein constanter Begleiter des Wollastonits ist der Augit, niemals vertritt diese Stelle der Glimmer; letzterer ist aus diesen Schiefen ebenso wie aus jenen vollständig verbannt. Wegen seines Gehaltes an Skapolith wollen wir hier zuerst den sehr interessanten

### Wollastonit-Augitgneiss von Reed

näher betrachten. Das ziemlich feinkörnige Gestein besitzt graugrüne Farbe, auf seiner Oberfläche tritt ein glasglänzendes Mineral in sehr kleinen Täfelchen hervor, röthliche Flecken gehören, wie das Mikroskop zeigt, dem Granat an.

Wollastonit. Da der Wollastonit nach der Orthodiagonale gestreckt, gewöhnlich tafelartig nach dem Orthopinakoid ausgebildet ist und mit diesem der Schieferung des Gesteins ungefähr parallel liegt, die meisten Schliffe parallel der Schieferung erhalten werden, so erscheint er gewöhnlich in langen Leisten; seine mittlere Länge beträgt 0·25 Millimeter, seine mittlere Breite 0·10 Millimeter. Gar nicht selten findet gerade Auslöschung statt, die Polarisationsfarben sind sehr lebhafte, stehen aber weit hinter denen des Skapoliths zurück. Eine Verwechslung mit Orthoklas ist nicht unmöglich, zumal da hier sehr häufig Zwillingsbildungen nach  $\infty P\infty$

<sup>1)</sup> Nefelinsyenit fran Alnö. Geol. Fören. Stockh. Förhdl. 1883, VI, Nr. 82, 542—549.

Nach Abschluss meiner Untersuchungen hat Mügge (vergl. N. J. Beilageband IV, pag. 598—599) sein Auftreten in Nepheliniten des Massai-Landes erwähnt.

<sup>2)</sup> Stadien über bretonische Gesteine. Diese Mitth. pag. 372.



wahrgenommen werden. Beim Orthoklas darf aber in solchen Schnitten, welche nur eine Spaltbarkeit besitzen, die Auslöschungsschiefe niemals bis zu grossen Werthen steigen, als sie beim Wollastonit vorkommen können, das Maximum derselben kann nur  $5^\circ$  sein. Ausserdem ist das Lichtbrechungsvermögen dieser Leisten bedeutend grösser als beim Orthoklas, sie treten daher viel intensiver hervor. Zuweilen besitzen sie seitliche Endigungen, welche wahrscheinlich durch Prismenflächen hervorgerufen werden. Die Spaltbarkeit nach  $OP$  ist lange nicht so häufig vorhanden, wie die nach  $\infty P \infty$ . Die orthopinakoidalen gerade auslöschenden Schnitte geben im convergenten polarisirten Lichte Axen- oder Bisectricenaustritte, die Axenebene steht senkrecht zur Längsausdehnung und Spaltbarkeit. Dass das Mineral zweiachsig ist, zeigt die der Drehung des Objecttisches entgegengesetzte Bewegung eines solchen Axenbalkens. Eine polysynthetische Zwillingsbildung findet sich nicht. Mehr oder weniger vertical gerichtete Schnitte durch diese nach der Orthodiagonale gestreckten Individuen ergeben sechseitigen oder rundlichen Umriss und weisen theils nur eine einzige, theils auch zwei auf einander rechtwinklige Spaltbarkeiten auf; ihre Polarisation erinnert sehr an die des Kalkspaths. Der Wollastonit ist gewöhnlich von äusserster Frische, an fremden Interpositionen treten oft Mikrolithen von Augit, spärlich auch von Titanit auf. An gewissen Stellen ist das Kalksilicat schon zersetzt, im Beginne der Umwandlung stellen sich reichlich dunkelgraue Körnchen ein, ferner entstehen auch sehr oft faserige trübe Substanzen, welche den Umwandlungsproducten des Skapoliths sehr ähnlich sehen. Um Material zur Analyse zu bekommen und so die Natur des Minerals unzweideutig festzustellen, wurde wegen der geringen Dimensionen des Wollastonits das Gestein sehr fein gepulvert, zur Trennung eine Kaliumquecksilberjodidlösung von specifischem Gewicht 3 verwandt, in der natürlich Augit und Titanit ohne weiteres sanken; nach einer Verdünnung bis auf 2·8 war auch der Wollastonit gefallen, von den gleichzeitig gefallenem getrübten Theilen wurde das Product durch Auslesen mit der Lupe befreit. Letztere Arbeit erforderte sehr viel Zeit, mit Mühe und Noth wurden schliesslich 0·24 Gramm ziemlich reines Material zusammengebracht; die einzigen Verunreinigungen, welche sich nicht entfernen liessen, waren die Augiteinschlüsse innerhalb desselben. Die Analyse ergab:

## IV.

$SiO_2$	49.25
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	5.78
$CaO$	42.48
$MgO$	0.93
$TiO_2$	Spur
	<hr/> 98.44

Die spezifische Gewichtsbestimmung mit der Westphal'schen Wage war bei der sehr geringen Grösse der Wollastonitindividuen äusserst schwierig und unsicher, einerseits waren sie schwer zu beobachten, andererseits wurden sie zu lange in der Flüssigkeit suspendirt gehalten; bei einem specifischen Gewichte der Thoulet'schen Lösung von 2.81 war das Mineral gesunken. Wenn auch die Analyse bei der geringen Substanzmenge nicht auf allzugrosse Genauigkeit Anspruch erheben kann, so ist jedenfalls die Thonerde, das Eisen und die Magnesia nicht allein den fremden Einschlüssen zuzuschreiben, sicherlich gehört ein Theil zum Wollastonit selbst. Reichlich thonerde- und eisenhaltige Wollastonite fand auch Fouqué<sup>1)</sup>, so z. B. ergab die Analyse eines sehr klaren Minerals:

## Specifisches Gewicht 2.910.

$SiO_2$	46.2
$Al_2O_3$	7.1
$Fe_2O_3$	2.9
$CaO$	41.8
$MgO$	1.5
	<hr/> 99.5

Aus der obigen Analyse geht das Eine mit aller Evidenz hervor, dass es sich hier nur um Wollastonit handelt.

Skapolith. Die Unterscheidung von Wollastonit ist ziemlich einfach, in sehr dünnen Schliften ist die Polarisations des Skapoliths bedeutend intensiver; Längsschnitte löschen allemal gerade aus. Querschnitte diagonal zu den daselbst zur Erscheinung gelangenden Spaltbarkeiten; die Doppelbrechung dagegen ist geringer als beim

<sup>1)</sup> Nodules à wollastonite, pyroxène fassaites, grenat mélanite des laves de Santorin. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'academie des sciences. 1875, 15. Mars.

Wollastonit, daher erscheint die Oberfläche des letzteren rauher. In genau basischen Schnitten des Skapoliths beobachtet man im convergenten polarisirten Lichte die Erscheinungen eines einaxigen negativen Minerals. Bei der Zersetzung bilden sich aus dem Skapolith faserige getrübte Substanzen, sie sind im Anfang der Umwandlung noch deutlich von den Residuen des Wollastonits zu trennen, bei weiterem Fortschritt derselben ist eine Unterscheidung der beiden so entstandenen Producte unmöglich. Gewöhnlich kann man solche ganz zersetzte Individuen als veränderten Wollastonit ansehen, da dieses Mineral beiweitem reichlicher im Gestein verbreitet ist als der Skapolith, der nur an einzelnen Stellen desselben in irgendwie bedeutender Menge vorkommt.

Der Augit weist nichts Bemerkenswerthes auf, sein mittlerer Durchmesser ist 0.10 Millimeter. Noch geringere Dimensionen erreicht der reichliche accessorische Titanit; tritt derselbe mit dem Augit zusammen in Gestalt von Mikrolithen auf, so kann eigentlich nur die verschieden lebhafte Polarisation und Doppelbrechung eine Trennung der beiden Mineralien ermöglichen. Der Granat, schon makroskopisch durch röthliche Flecken angedeutet, besitzt eine sehr helle Farbe, er ist farblos bis hellgelblich und liebt es, andere Minerale, vorwiegend aber getrübte Partien, einzuschliessen. Dabei beträgt die Breite der peripherischen Zone des Granats zuweilen nur  $\frac{1}{10}$  des eingeschlossenen Minerals. Dass keine Umwandlung hier vorliegt, beweist das Fehlen irgend welchen Ueberganges, die beiden Substanzen setzen vielmehr streng gegen einander ab. Die Interpositionen im Granat sind aller Wahrscheinlichkeit nach umgewandelter Wollastonit; auffallend und unerklärlich ist nur der Umstand, dass niemals vollkommen frische Wollastonite innerhalb des Granats liegen, obwohl sie in unmittelbarer Nachbarschaft in ziemlicher Menge zugegen sind. Schliesslich ist noch des Quarzes zu gedenken.

Eine recht eigenthümliche locale Mineralcombination ist ein Gestein von der Kupfermine, welches nur aus grasgrünem körnigen Augit und glasglänzendem säulenförmig bis blätterig ausgebildetem Wollastonit besteht. Es ist dies das

#### Wollastonit-Diopsidgestein von der Kupfermine.

Beide setzen ungefähr zu gleichen Theilen den krystallinen Schiefer zusammen. Der Wollastonit liegt vorwiegend in leistenförmigen

Schnitten vor, welche eine ihrer Begrenzung parallele, sehr vollkommen ausgeprägte Spaltbarkeit besitzen. Nach der bekannten Ausbildung des Minerals ist die genannte Spaltbarkeit die nach  $\infty P \infty$ , ihr parallel findet öfters gerade Auslöschung statt. Beiweitem nicht so häufig erscheint eine ungefähr dazu rechtwinklige Spaltbarkeit entsprechend der nach  $OP$ . Verticalschnitte sind wegen der blätterigen Form des Wollastonits und einer dadurch bedingten leichteren Ablösung des Gesteins nach dieser Richtung äusserst selten. Mit Sicherheit konnten ausser den beschriebenen keine anderen Spaltbarkeiten festgestellt werden. Zwillingbildung nach  $\infty P \infty$  ist ziemlich selten zu beobachten. Die Substanz des Wollastonits ist eine noch sehr frische, längs den Spalten und unregelmässig ihn durchsetzenden Klüften machen sich Kalkspathfitterchen bemerkbar. Die gewöhnlichen Dimensionen des Wollastonits sind Länge 0·8 Millimeter und Breite 0·45 Millimeter. Das Resultat der chemischen Analyse des hier verhältnismässig recht leicht trennbaren Materials war:

## V.

$SiO_2$ . . . . .	51·18
$Fe_2O_3 (MnO)$ . . . . .	1·08
$CaO$ . . . . .	47·65
Glühverlust . . . . .	0·42
	<hr/> 100·33

Specifisches Gewicht = 2·864 bei 14° C.

Der Augit lässt unter dem Mikroskop aussergewöhnlich reine Substanz erkennen, sein Pleochroismus ist gering, seine mittlere Länge 0·5 Millimeter, Breite 0·3 Millimeter. Ausser der gewöhnlichen Spaltbarkeit nach  $\infty P$  ist noch eine nach einem der Pinakoide in der Säulenzone sehr gut entwickelt. Die chemische Analyse stellt das Mineral zu dem Diopsid, sie ergab:

## VI.

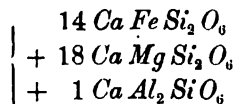
$SiO_2$ . . . . .	51·62
$Al_2O_3$ . . . . .	1·35
$FeO$ . . . . .	13·08
$MnO$ . . . . .	Spur
$CaO$ . . . . .	24·81
$MgO$ . . . . .	9·54
	<hr/> 100·40

Specifisches Gewicht = 3·33 bei 15° C.

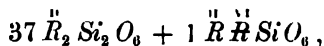
Aus derselben berechnet sich:

		Quotienten	Atomverhältnisse
<i>Si</i>	. . . 24·09	0·8604	65
<i>Al</i>	. . . 0·7184	0·0263	2
<i>Fe</i>	. . . 10·18	0·1818	14
<i>Ca</i>	. . . 17·72	0·443	34 (33)
<i>Mg</i>	. . . 5·73	0·2387	18
<i>O</i>	. . . 41·56	2·5989	198

Hier ist nicht wie bei den meisten Analysen Doelter's der Kalkgehalt kleiner als die Summe der Magnesia und des Eisens, sondern vielmehr grösser, es muss zu beiden noch die Thonerde hinzugefügt werden, damit ungefähr der Kalkgehalt herauskommt, denn  $0·2387 + 0·1818 + 0·0263 = 0·4478$ ,  $Ca = 0·443$ . Die Analyse lässt zweierlei Arten von Erklärung zu. Auch Doelter hält es für möglich, dass  $Al_2$  ebenso gut für  $Mg Si$  als  $Ca Si$  eintreten kann, wie dies namentlich beim Pyroxen von Arendal angenommen werden muss. Berücksichtigen wir dieses, so kommt der obigen Zusammensetzung am nächsten die Mischung:



oder



was einer ungefähren procentarischen Zusammensetzung von:

Kalkeisensilicat . . . . .	45·59
Kalkmagnesiumsilicat . . . . .	51·51
Thonerdesilicat . . . . .	2·04

gleichkommt; direct aus der Analyse ergibt sich:

Kalkeisensilicat . . . . .	45·12
Kalkmagnesiumsilicat . . . . .	52·58
Thonerdesilicat . . . . .	2·30

Andererseits stimmt die chemische Zusammensetzung dieses Minerals recht gut mit der Rammelberg'schen Theorie, wonach Thonerde und Eisenoxyd nicht als Silicate in den Augiten fungiren, sondern als freie Basen, denn die zu dem gefundenen Eisen-, Kalk- und Magnesiumgehalt berechnete  $SiO_2$ -Menge beträgt 52 Procent.

Knop<sup>1)</sup> ist dagegen bei der Untersuchung von Augiten aus dem Kaiserstuhl geneigt, sich wiederum der von Rammelsberg früher vertretenen Ansicht zuzuwenden, nach welcher die Augite und Hornblenden entweder normales Bisilicat  $R Si O_3$  oder isomorphe Mischungen mit Bialuminaten der Monoxyde und Bisilicat des Eisenoxyds sind. Es zeigt sich also, dass der Streit zwischen der Rammelsberg'schen und Tschermak'schen Theorie über die chemische Zusammensetzung der Augite noch nicht endgiltig entschieden ist. Das Maximum der Auslöschungsschiefe des Augits in Längsschnitten beträgt 44°. Vergleichen wir diesen Werth mit den von Doelter<sup>2)</sup> und Wiik erhaltenen und zugleich mit dem gefundenen Eisengehalte, so ergibt sich eine ziemlich grosse Uebereinstimmung.

### Augitschiefer.

Das einzige hierhergehörige Gestein stammt von der Hochfläche, welche nördlich vom Tsoachaub und westlich vom Khanfluss gelegen ist. Das dunkelgrün gefärbte Gestein ist kryptomer. Der Quarz von unregelmässiger Gestalt, beherbergt Flüssigkeitseinschlüsse, die bei weitem nicht die Grösse wie in den Quarzen der Granite erreichen und auch nicht an Zahl ihnen gleichkommen, ferner zahlreiche Mikrolithen, die dem Titanit, Apatit und Augit zugerechnet werden müssen. Die ersteren zeichnen sich auch bei der äussersten Winzigkeit aus durch die starke Lichtbrechung und daraus resultirende dunkle Umrandung, für den Apatit spricht der chemische Nachweis von Phosphorsäure, für den Augit die Beobachtung von Uebergängen aus typischem Augit in diese Mikrolithen. Die Substanz des dem Quarz ungefähr an Quantität gleich kommenden Augits ist sehr frisch, in Querschnitten ist Pleochroismus bemerkbar. Neben diesen Gemengtheilen erscheint noch Hornblende und Feldspath, letzterer sowohl Orthoklas als Plagioklas. Accessorisch ist reichlicher Titanit, sehr oft umgiebt er in Gestalt einer Zone das Magneteisen des Schliffes; an eine secundäre Entstehung des Minerals ist hier nicht zu denken.

<sup>1)</sup> Ueber die Augite des Kaiserstuhlgebirges im Breisgau. Zeitschr. für Krystallogr. u. Mineral. X., 1, pag. 59—81.

<sup>2)</sup> Ueber die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen. N. J. 1885, pag. 47.

### Körniger Kalk.

Der körnige Kalk findet sich in Gestalt von Einlagerungen im krystallinen Schiefergebirge, er wechsellagert z. B. 5 Kilometer westlich von Pot mit typischem Glimmerschiefer; unter ähnlichen Verhältnissen erscheint derselbe 5 Kilometer östlich von Husab. Bald besteht er nur aus Kalkspath, der theils mehr, theils weniger grobkörnig ist, und schliesst viele Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse ein, bald treffen wir in ihm zahlreiche sporadische Constituenten. So enthält ein Gestein von der zuerst genannten Localität reichlich Kaliglimmer und eigenthümlich maschenförmige Gebilde, die unwillkürlich an umgewandelten Olivin erinnern. Nur wenige Individuen besitzen noch einen ursprünglichen Kern und lassen ihre Natur als Olivin mit Sicherheit erkennen. Die Umwandlungsproducte unterscheiden sich insofern von dem sonst in körnigen Kalken auftretenden Olivin, als sie nicht, wie dort, eine grünliche, sondern eine gelblich-braune Farbe haben. Ein anderer Marmor von demselben Fundpunkte weist Verwachsungen von primärem und secundärem Kalkspath auf, welche in ihrer Ausbildung sehr den Verwachsungen von Feldspath und Quarz, dem sogenannten Mikropegmatit, ähnlich sehen. Zu den accessorischen Mineralen gehört ein vollständig farbloser eisenfreier, aber ziemlich thonerdehaltiger Augit und ein sehr heller Biotit. Der Pleochroismus des letzteren ist schwach, die Farben wechseln von vollständig farblos bis hellbräunlich. Er ist wahrscheinlich zum Phlogopit zu rechnen. Zu besonders reichlicher Entwicklung ist er in einem Gestein von der zweiten Fundstätte gelangt, wo neben ihm noch wenig Kaliglimmer vorkommt.

### III. Sedimentär-Gesteine, Minerale und Erze.

Hierher gehören ein röthlicher Quarzit von Ilaikamchab und ein durch Kohlenstoff stark dunkelgrau gefärbter Kalkstein vom Quellenplatz Usikós, östlich vom Khanfluss. Nicht weit davon entfernt tritt ein weisser dichter Kalkstein auf. In demselben ist eine so grosse Menge Quarz enthalten, dass dieser als Bindemittel des Kalksteins gelten muss. An den Stellen, wo das Handstück den äusseren zersetzenden Einflüssen ausgesetzt gewesen ist, hat es eine poröse Structur angenommen und ist stark braun gefärbt. Eine Betupfung mit  $HCl$  ergab kaum eine Kohlensäure-Entwicklung.

Hieraus geht hervor, dass der leicht lösliche Kalk ausgelaugt, das in geringen Spuren vorhandene Eisencarbonat zu dem braunfärbenden Eisenhydroxyd oxydirt ist, während der Quarz allein zurückgeblieben.

Unter den Mineralen bedarf einer besonderen Erwähnung ein Epidot, der sich in zahlreichen Krystallen in einer Schlucht nicht weit vom Wasserplatz zu Diepdal fand. Die Breite eines Krystalls beträgt 4 Centimeter, die Länge nach dem noch erhaltenen Stück ebenfalls 4 Centimeter. Es sind vorwiegend zwei Flächen entwickelt, welche sehr nahe einen rechten Winkel mit einander bilden. Nach der Aufstellung des Epidots von Marignac und v. Kokscharow kann es sich hier nur um  $OP(M)$  und  $2P\infty(l)$  handeln; zwischen beiden liegen zahlreiche Orthodomen mit kürzerer Verticalaxe als  $l$ . An den Seiten ist, wie gesagt, der Krystall abgebrochen. Der Winkel zwischen  $M$  und  $l$  ist beim Epidot  $90^\circ 33'$ , vermittelst des hier blos anwendbaren Contactgoniometers wurde  $90^\circ 20'$  gemessen. Flüssigkeitseinschlüsse sind in dem Mineral gar nicht selten. Das Resultat der chemischen Analyse war:

## VII.

$SiO_2$ . . . . .	37·04
$Al_2O_3$ . . . . .	22·99
$Fe_2O_3$ . . . . .	14·19
$MnO$ . . . . .	Spur
$CaO$ . . . . .	24·09
Glühverlust . . . . .	2·16
	<hr/> 100·47

Specificsches Gewicht = 3·40 bei  $12^\circ C$ .

Fasst man nach Tschermak<sup>1)</sup> und Kennigott<sup>2)</sup> den Epidot als eine Mischung der beiden Verbindungen  $Si_6Al_3Ca_4H_2O_{26}$  (Aluminiumepidot) und  $Si_6Fe_3Ca_4H_2O_{26}$  (Eisenepidot) auf, so kommt ihr am nächsten die Mischung von 30 Procent Eisenepidot und 70 Procent Aluminiumepidot, welche folgende Zusammensetzung hat:

$SiO_2$ . . . . .	37·67
$Al_2O_3$ . . . . .	23·71
$Fe_2O_3$ . . . . .	13·31
$CaO$ . . . . .	23·43
$H_2O$ . . . . .	1·88
	<hr/> 100·00

<sup>1)</sup> Die Feldspathgruppe. Ber. d. Wien. kais. Akad. der Wissensch. Bd. 50, pag. 583.

<sup>2)</sup> N. J. 1871, pag. 449.



Zur Vergleichung wollen wir zwei Analysen des Sulzbacher Epidots beifügen:

Sulzbacher Epidot nach Ludwig <sup>1)</sup>	Sulzbacher Epidot nach Bammelsberg <sup>2)</sup>
$SiO_2$ . . . 37·83	$SiO_2$ . . . 37·11
$Al_2O_3$ . . . 23·43	$Al_2O_3$ . . . 21·90
$Fe_2O_3$ . . . 13·31	$Fe_2O_3$ . . . 16·00
$FeO$ . . . 0·48	$FeO$ . . . —
$CaO$ . . . 23·47	$CaO$ . . . 23·19
$H_2O$ . . . 2·06	$H_2O$ . . . 2·03
100·58	100·23

Hieran reihen sich noch Kupfererze, welche an verschiedenen Stellen des Damaralandes aufgefunden wurden. Dieselben sind sowohl ihrem Auftreten, ihrer Ausbildung als auch ihrer Entstehung nach schon ausführlich von A. Knop<sup>3)</sup> discutirt. Die vorwaltende Gangart ist noch im Quarz, Kalkspath gehört unter denselben zu den Seltenheiten. Seinen Beobachtungen ist hier nur der sich oft einstellende Magnetit hinzuzufügen, der in gewissen Stufen das Uebergewicht erhält, während Kupferkies und Buntkupfererz zurücktreten. Eben dasselbe Mineral erscheint auch mit den Kupfererzen Klein-Namaqualands, welche uns zuerst von Delesse<sup>4)</sup> und ziemlich kurz auch in der eben genannten Arbeit von A. Knop beschrieben sind. Erwähnenswerth ist nach vorliegenden Proben das in dem Damaralande analog auftretende und auch vorzugsweise in Würfeln krystallisirende Rothkupfererz, während Delesse nur der oktaëdrischen Krystallform gedenkt.

## VI. Zersetzungsproducte.

Granitresiduen sind durch kohlensauen Kalk führende Gewässer mit Kalkspath incrustirt und cementirt. Es entstehen so bald mehr, bald weniger compacte Krusten der oberflächlichen Grus- und

<sup>1)</sup> Ueber die chemische Zusammensetzung des Epidots. Diese Mitth. IV, pag. 159.

<sup>2)</sup> Jahresber. der Chemie für 1872, pag. 1117.

<sup>3)</sup> Die Kupfererzlagerstätten von Namaqua und Damaraland, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Kupfererze. N. J. 1861, pag. 511—550.

<sup>4)</sup> Notice sur les mines du Cap de Bonne-Esperance. Annales des mines. (5), 1855, VIII.

Sandablagerungen, wie z. B. auf der Hochfläche von Karibib. Am Quellenplatz Usikós fand sich ein ganz dichter, muschlig brechender Kalkstein anstehend, der wie Pechuel-Loesche sagt, anscheinend horizontal geschichtet ist. In ihm liegen noch eben mit blossem Auge wahrnehmbare Quarze; unter dem Mikroskope wurden ausserdem Feldspath, Glimmer und spärlich Hornblende beobachtet. Die Entstehung dieses Gesteins dürfte vielleicht so zu erklären sein, dass die an kohlensaurem Kalk reichen Landseen bei allmäliger Concentration Schichten von Kalk abgesetzt haben, während von den einmündenden Flüssen die beschriebenen Granitrückstände zugeführt sind. Das Gestein erinnert so an die sonst auch in Süd-Afrika gefundenen Kalktuffe.

#### Sande der Nehrung der Walfischbai.

Oberflächlich werden dieselben durch ein thonig-kalkiges Cement zu zusammenhängenden Krusten verkittet. Unter diesen folgt in 1—3 Meter Höhe über dem mittleren Niveau des Meeres ein röthlicher Sand in einer Mächtigkeit von 10 bis 20 Centimeter, das Liegende dieser Schicht bildet eine ziemlich weisse Sandlage von 10 Centimeter Mächtigkeit. Die darunter befindliche Schicht, welche anscheinend von bedeutender Mächtigkeit und vom Seewasser durchtränkt ist, wurde bis 60 Centimeter Tiefe verfolgt und nach  $H_2S$  riechend befunden, ihre Farbe ist wegen des sehr reichen Gehaltes an Erz eine dunkelgrüne. Die Zusammensetzung aller dieser verschiedenen Sandvarietäten ist im wesentlichen dieselbe. Neben dem überwiegendem Quarz erscheint reichlich Feldspath, Augit, Magnetit, Granat, Zirkon, spärlicher schon Epidot, Titanit, Rutil, sehr vereinzelt Hornblende und Turmalin. Da das Erz mit kochender  $HCl$  behandelt nicht vollständig verschwand, so dürften ausser dem Magnetit noch Eisenkies und Titaneisen zugegen sein. In der untersten der oben erwähnten Lagen finden sich Krystalle von Gyps, welche ganz mit Sandkörnern imprägnirt sind; von ähnlichen Vorkommen berichtet Escher aus der Wüste Sahara (vergl. Naumann-Zirkel, XII. Aufl. 1885, pag. 488). Wie das Mikroskop zeigt, machen sich einzelne Diatomeen in den Gypskrystallen bemerkbar. Ihr Erscheinen kann uns nicht im geringsten überraschen, da ja jene den Gyps enthaltende Schicht vom Meereswasser durchtränkt ist und einer Einschliessung der Diatomeen durch den secundär entstandenen Gyps keine Schwierigkeiten im Wege stehen. Eingebettet

in den oberen Schichten, in der untersten weniger, sind nach Pechuël-Loesche Concretionen von Centner- oder auch geringerer Schwere, welche mehr oder weniger reich an Schwefel sind. Sie sind mürbe, dem Spaten nicht widerstehende Massen, an vielen Stellen sind sie vom Sande entblösst und ragen in Knollen über die Oberfläche hervor. In Hohlräumen dieser Massen tritt der Schwefel in deutlichen Kryställchen auf.

Am Schlusse dieser Untersuchungen angelangt, wird es mir zur angenehmen Pflicht, meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. Zirkel für seine jederzeit bereitwillige Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Leipzig, Mineralogisches Institut, April 1886.

# IX. Aetzversuche am Pyrit.

Von Friedrich Becke.

Mit Tafel II—IV und 4 Holzschnitten.

## Einleitung.

Schon seit geraumer Zeit mit der Untersuchung der Aetzfiguren tesseraler Minerale beschäftigt, schien es mir wünschenswerth, auch pyritoëdrische Krystalle in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Zwar sind die Alaune, welche dieser Hemiëdrie angehören, nach den eingehenden Untersuchungen von Brewster, Klocke, Wulff u. A. ziemlich genau bekannt. Doch gerade bei diesen sind die Erscheinungen der pyritoëdrischen Hemiëdrie minder scharf ausgeprägt, so dass auch die Aetzfiguren nur secundär von derselben beeinflusst werden. Andererseits verläuft die Aetzung bei den Alaunen wie bei allen leicht löslichen Verbindungen in einer Weise, die sich nicht ohne Weiteres mit dem Verlauf der Aetzung bei den bisher von mir untersuchten schwer löslichen Körpern vergleichen lässt.

In beiden Rücksichten empfahl sich der am meisten typische, weit verbreitete Repräsentant der pyritoëdrischen Hemiëdrie, der Pyrit. Derselbe wurde schon von Gustav Rose<sup>1)</sup> gelegentlich untersucht. Die von ihm mitgetheilten Beobachtungen konnte ich zum grossen Theil bestätigen. G. Rose gibt eine ganz zutreffende Beschreibung und Abbildung der Aetzfiguren, welche bei Anwendung von Königswasser auf der Würfelfläche, der Pyritoëderfläche, der Oktaëderfläche entstehen. Er führt an, dass die Aetzfiguren vornehmlich von den Pyritoëderflächen gebildet werden; dass aber auch in der Richtung der Leucitoëder- und Oktaëderfläche ein Schimmer auftrete, somit auch diese Flächen bei den Aetzfiguren betheiligt seien. Die letztere Beobachtung konnte ich nicht wiederholen.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Krystalle von folgenden Fundorten:

---

<sup>1)</sup> Monatsberichte der Berliner Akad. 1870, Juni, pag. 327.

- I. Traversella (100)(111) $\pi$ (210) sowohl senkrecht als parallel zur Grundkante gestreift. (100)(111) . (111) $\pi$ (210).
- II. Elba  $\pi$ (210) senkrecht gestreift.  $\pi$ (210)(111).
- III. Tavistock (100) $\pi$ (210).
- IV. Schemnitz  $\pi$ (210) horizontal gestreift;  $\pi$ (210)(100).
- V. Trofajach, Kärnten (100).
- VI. Majdan, Bosnien  $\pi$ (210)(111), senkrecht gestreift.
- VII. Krystalle unbekannten Fundortes, mit dünner Goethithaut überzogen (100).
- VIII. Würfel, eingewachsen in Chloritschiefer, muthmasslich aus den Alpen; dann:
- IX. Příbram, (100) $\pi$ (210)(111) mit Calcit und Quarz.
- X. Giftberg bei Horschowitz, Böhmen.
- XI. Andreasberg mit Calcit und Apophyllit.

Die Pyrite der drei zuletzt angeführten Fundorte verhalten sich durchaus verschieden von den früheren und verlangen daher eine besondere Darstellung.

Herrn Hofrath Tschermak, welcher mir eine Anzahl von Vorkommnissen aus dem Wiener mineralogisch-petrographischen Institut zur Verfügung stellte, und Herrn Dr. Aristides Brezina, welcher mir eine reiche Suite von Traversella zur Untersuchung überliess, bin ich zu grossem Danke verpflichtet.

### Aetzmittel.

Als Aetzmittel diente:

I. Salpetersäure. Dieselbe wurde mit der 3—5fachen Menge Wasser verdünnt in Anwendung gebracht. Bei der Einwirkung setzt sich Schwefel in feinen Tröpfchen ab, welche schwierig zu entfernen sind, da sich dieselben selbst in Schwefelkohlenstoff nur langsam lösen. Die Aetzung erfolgte bei der Temperatur des Wasserbades oder bei der Siedetemperatur der verdünnten Säure. Selten wurde concentrirte Säure angewendet. Die Aetzdauer, welche bei verdünnter Säure 3—5 Minuten betrug, musste dann stark reducirt werden. Auf der Oktaëderfläche gelang es nicht, mit diesem Mittel deutliche Erscheinungen hervorzurufen.

II. Rothe rauchende Salpetersäure bringt auf (100) und  $\pi$ (210) scharfe Figuren hervor; weniger gut sind die Erfolge auf (111).

Die Einwirkung der rauchenden Salpetersäure darf die Dauer von 20—30 Secunden nicht überschreiten, da die Figuren sonst undeutlich werden.

III. Salpeter-Salzsäure (Königswasser). Dieses Gemenge hat schon G. Rose mit Erfolg angewendet; man erzielt damit die besten Erfolge. Die Aetzdauer darf indessen, wenn die Figuren scharf bleiben sollen, 1—2 Minuten nicht übersteigen. Selten wandte ich eine längere Aetzdauer, im Maximum 3 Minuten an.

IV. Aetzkali in Wasser gelöst und im Silbertiegel bis zur beginnenden Bildung einer Krystallhaut eingedampft, gibt ein vorzügliches Aetzmittel ab. Die erforderliche Aetzdauer beträgt 5—45 Minuten. Bei einer viertelstündigen Einwirkung erhält man ausgezeichnete Präparate.

V. Aetznatron wurde in ähnlicher Weise angewandt. Es bedarf einer etwas längeren Einwirkung, doch werden die Figuren noch schärfer als beim Aetzkali.

### Methoden.

Auch bei dieser Untersuchung wurde das Hauptgewicht auf die goniometrische Messung des Lichtbildes gelegt.

Die Untersuchungen v. Ebners<sup>1)</sup> über die Lösungsgestalten des Calcit haben gezeigt, in wie weiten Grenzen selbst bei sehr vollkommener Aetzung die individuelle Lage der einzelnen Flächen der Aetzfiguren schwanken kann. Wollte man aus Messungen an einzelnen Aetzfiguren etwas gesetzmässiges über die Lage der Aetzflächen herausbringen, so müsste man auf jeder einzelnen geätzten Fläche eine sehr grosse Zahl von Messungen anstellen. Denn um die mittlere Lage der Aetzflächen handelt es sich; nur diese kann die Abhängigkeit vom Molecularbau und vom Aetzmittel bekunden, nur diese ist befreit von jenen individuellen Verschiedenheiten, welche das Schwanken in der Lage der einzelnen Aetzflächen bewirken.

Dieser Mühe enthebt uns die Messung des Lichtbildes, indem die Culminationen desselben die mittlere Lage der Aetzflächen darstellen. Die individuelle Lage der einzelnen Flächenelemente folgt den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit; Abweichungen vom Mittel

<sup>1)</sup> Sitzber. Wien. Acad. 89, II. Abth., 1884.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VIII. 1886. (F. Becke.)

sind um so seltener, je grösser sie sind. In der Nähe des Mittels ist die Anzahl der gleichzeitig reflectirenden Elemente am grössten. hier daher im Lichtbild die grösste Helligkeit. Diese Betrachtung rechtfertigt auch die Messung solcher Lichtbilder, welche aus ausgedehnten Reflexen mit wenig ausgesprochenen Culminationen bestehen. Man thut hierbei gewissermassen nichts anderes als der Physiker, der die Temperatur eines Gases misst und daraus die mittlere Geschwindigkeit der Gasmolekel berechnet, obzwar er gut weiss, dass die Schnelligkeit mit der die einzelnen Molekel hin- und herfahren, und die wir als Wärme empfinden, durchaus nicht bei allen Molekeln gleich ist, sondern nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit um eine gewisse mittlere Geschwindigkeit schwankt.

Neben den Goniometermessungen kamen auch wieder Schimmermessungen und Beobachtung der Form der Aetzfiguren an Gelatineabdrücken vor. Dieselben ergänzen in willkommener Weise die Goniometermessung und liefern gleichzeitig in vielen Fällen den Beweis, dass in der That die Verbreiterungen der Lichtbilder durch das Schwanken der einzelnen Aetzflächen um gewisse mittlere Lagen und nicht nur durch Krümmung der Aetzflächen oder durch Interferenz entstehen, obzwar man den letzteren Momenten eine gewisse Mitwirkung nicht wird absprechen können.

Die speciellen Verhältnisse des Pyrit gaben zu einigen Neuerungen Anlass, die im folgenden kurz besprochen werden sollen.

### 1. Goniometer-Messungen.

Am Pyrit treten die Aetzflächen häufig nicht genau in primären Zonen auf, auch in solchen Fällen, wo diese Abweichung nicht durch Unvollkommenheit der Figuren, durch Schleppung u. s. w. zu erklären ist. Dies forderte zu einer möglichst exacten Bestimmung der Position der Aetzflächen auf. Liegen dieselben in einer bestimmten Zone, dann genügt schon die Messung des Abstandes von einer bekannten Fläche derselben Zone, um die Position zu bestimmen. Wenn dieselben ausserhalb der primären Zonen liegen, sind mindestens zwei Messungen erforderlich. Gewöhnlich misst man in einem solchen Falle die Winkel zu zwei bekannten Flächen und löst das sphärische Dreieck auf, dessen Seiten bekannt sind.

Die Anwendung dieser Methode auf die Aetzreflexe leidet an einem grossen Uebelstande; da nämlich die Aetzreflexe häufig keine

ausgeprägte Culmination besitzen, ist man keineswegs sicher, ob bei der ersten und zweiten Messung dieselbe Stelle des Aetzreflexes anvisirt wurde. Es kann so vorkommen, dass die gemessenen Bögen gar kein sphärisches Dreieck ergeben.

Hier ist eine andere Beobachtungsmethode von Vortheil, welche die mehrmalige Justirung vermeidet. Dieselbe wird durch den Umstand begünstigt, dass die Aetzreflexe, wenn auch nicht in der primären Zone, doch nicht weit von derselben entfernt liegen. Justirt man mit Hilfe von zwei Flächen die primäre Zone, so gehen die Aetzreflexe etwas ober- oder unterhalb des Horizontalfadens durch das Gesichtsfeld. Die Bestimmung dieser Abweichung kann nun nach dem von Websky<sup>1)</sup> gegebenen Principe erfolgen. Dabei sind aber verschiedene Anwendungen möglich.

I. Die genauesten Resultate wurden in der Weise erzielt, dass eine Fläche der Primärzone ( $a$ ) und der Aetzreflex ( $x$ ) justirt und der zwischen beiden liegende Bogen gemessen wurde. Sodann wurde bei ungeänderter Justirung bei einem Incidenzwinkel von  $45^\circ$ , während also Einlass- und Beobachtungsfernrohr senkrecht zu einander standen, beobachtet, in welcher Entfernung vom Horizontalfaden eine andere bekannte Fläche ( $b$ ) der primären Zone das Gesichtsfeld passirt. Diese Messung wurde mit Hilfe einer Eintheilung des Verticalfadens vorgenommen. Ein Theilstrich entspricht bei dem angewandten Instrument (Goniometer eines Universal-Instrumentes nach Groth-Fuess)  $16.8'$ . Bezeichnet man den gemessenen Abstand der zweiten Fixfläche  $b$  vom Horizontalfaden mit  $\delta$ , den zugehörigen wahren verticalen Bogenabstand der Fläche  $b$  von der justirten Zone  $ax$  mit  $\eta$ , den Winkel, den die justirte Zone  $ax$  mit der primären Zone  $ab$  in  $a$  einschliesst, mit  $z$ , so bestehen folgende Beziehungen:

$$\sin \eta = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}} \qquad \sin z = \frac{\sin \eta}{\sin a b}$$

Aus  $z$  und  $ax$  ergibt sich dann die Position von  $x$ .

II. Dieser Weg war häufig deshalb nicht anwendbar, weil bei Justirung der Zone  $ax$  die zweite Fixfläche  $b$  schon ausserhalb des Gesichtsfeldes fiel. Es fiel aber wohl noch  $x$  in das Gesichtsfeld, wenn die Zone  $ab$  justirt wurde. Die Bestimmung von  $\delta$  ist in diesem Falle ebenso einfach, wenn der Reflex  $x$  eine ausgeprägte

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Kryst. IV, pag. 563.



Culmination besitzt. Häufig handelte es sich aber um *ausgedehnte* Reflexe, welche von  $a$  strahlenartig auslaufen, deren einzelne Theile unter verschiedenem  $\delta$  das Gesichtsfeld passirten. Um hier den Winkel zu bestimmen, den der Strahl in  $a$  mit der Zone  $ab$  bildet, wurde folgendermassen verfahren: zuerst wurde die Zone  $ab$  justirt und jener Theil des Strahles  $x$  eingestellt, welchem ein bestimmtes  $\delta$ , z. B.  $\delta = 4$  oder  $\delta = 8$  Theilstriche, zukam. Dann wurde die Drehung gemessen, welche den Ausgangspunkt des Strahles  $a$  in die Mitte des Gesichtsfeldes führte. Dieser Winkel  $\varepsilon_0$  misst die Entfernung von  $a$  bis zu dem Fusspunkt des durch den eingestellten Theil von  $x$  gelegten, auf  $ab$  senkrechten Bogens;  $\varepsilon_0$  bedarf aber noch einer Correctur  $\Delta$ , welche von  $\delta$  abhängt und zu addiren oder zu subtrahiren ist, je nachdem die Lichtquelle und die Normale von  $a$  auf entgegengesetzten Seiten oder auf derselben Seite von  $x$  liegen. Es gelten dann noch folgende Beziehungen:

$$\sin \gamma = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}}; \varepsilon = \varepsilon_0 \pm \Delta; \tan \Delta = \tan^2 \frac{\delta}{2}; \cot \alpha = \sin \varepsilon \cot \gamma.$$

Wird dann noch der Bogen zwischen dem hellsten Theil von  $x$  und  $a$  bei Justirung des Strahles  $ax$  gemessen, so erhält man wiederum aus  $\alpha$  und  $ax$  die Position von  $x$ .

III. Eine besondere Anwendung gestattet diese Methode dann, wenn auf der Fläche  $a$  irgend eine bestimmte Zone durch eine Streifung ausgeprägt ist. Diese verursacht im Reflexbild von  $a$  das Auftreten eines scharfen Lichtstreifens. Wird nun die Zone zwischen  $a$  und einem beliebig gelegenen Aetzreflex  $x$  justirt, so bildet dieser Lichtstreifen mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes einen Winkel, der in derselben Weise wie in II benützt werden kann, um den Winkel  $\alpha$  zwischen der justirten Zone  $ax$  und der Streifenzone zu bestimmen.

Von grossem Vortheil ist dabei, dass der Winkel  $\alpha$ , sowie der Bogen  $ax$  jeden beliebigen Werth haben kann, während in den früheren Fällen die Messung nur möglich ist, wenn entweder  $\alpha$  oder  $ax$  klein ist, und eine gewisse, durch die Grösse des Gesichtsfeldes bedingte Grenze nicht überschreitet.

Man stellt wie früher so ein, dass der Lichtstreif bei einem bestimmten  $\delta$  einschneidet, misst den zugehörigen Bogen  $\varepsilon_0$ , der mit Bezug auf  $\delta$  corrigirt wird, und erhält  $\alpha$  wie früher. Dieses Verfahren wurde mit Erfolg bei Pyritoëderflächen angewandt, welche

die bekannte Streifung parallel oder senkrecht zur Grundkante besaßen. Die erzielbare Genauigkeit hängt bei diesen Messungen sehr von der Präcision des Centralreflexes  $\alpha$  ab.

## 2. Schimmermessungen.

Schimmermessungen können zwar niemals die Sicherheit einer goniometrischen Messung des Lichtbildes erreichen. Dennoch sind sie zur Controle ganz erwünscht und in manchen Fällen zur Orientirung unentbehrlich. Häufig sind die Lichtbilder wegen der Kleinheit der reflectirenden Flächenelemente undeutlich; unter dem Mikroskop kann dagegen das Aurblitzen sehr kleiner Flächen noch wahrgenommen werden.

Bei den Schimmermessungen wurde das Präparat mit der geätzten Fläche senkrecht zur Drehungsaxe auf den Mikroskoptisch gebracht und durch eine in geeigneter Weise aufgestellte Petroleumlampe erleuchtet. Wenn bei der Drehung des Objecttisches nacheinander verschiedene Schaaren von Aetzflächen schimmern, so misst die Drehung des Objecttisches den Azimutwinkel zwischen jenen Schimmerstellungen, d. i. den Winkel zwischen den Zonenkreisen, welche durch die Normalen der geätzten Fläche und die schimmernden Aetzflächen gelegt werden.

Das Eintreten eines deutlichen Schimmers ist indessen nicht nur von der richtigen Azimutstellung des Präparates gegen die Einfallsebene abhängig, welche durch die Lichtquelle und die Drehungsaxe bestimmt wird, sondern auch durch die richtige Wahl des Einfallswinkels, welchen der einfallende Strahl mit der Drehungsaxe und mit der Axe des Mikroskopes einschliesst. Fallen die beiden letzteren Richtungen, wie dies bei der gewöhnlichen Art der Beobachtung der Fall ist, zusammen, so können nur Flächenelemente schimmern, deren Normalen mit der Normale der geätzten Fläche einen Winkel einschliessen, der halb so gross ist, als der Einfallswinkel. Da aus praktischen Gründen dieser Winkel  $80^\circ$  nicht viel überschreiten kann, wird man höchstens unter  $40^\circ$  geneigte Aetzflächen der Schimmermessung unterziehen können. Wie in diesen Fällen bei Horizontalstellung der Mikroskopaxe gleichzeitig Azimut- und Incidenzwinkel gemessen werden können, wurde in einem früheren Aufsätze gezeigt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Diese Mitth. VII, pag. 212.

Man kann die oben erwähnte Grenze von  $40^\circ$  bedeutend erweitern, indem man die Mikroskopaxe mit der Drehungsaxe nicht zusammenfallen lässt, sondern zwischen die Richtung des einfallenden Strahles und die Drehungsaxe bringt. Zu diesem Behufe wird das Mikroskoprohr aus dem Stativ des umgelegten Mikroskopes entfernt und seitwärts, ebenfalls horizontal, an einem besonderen Stativ befestigt.

Durch geeignete gegenseitige Stellung der Drehungsaxe des Mikroskopisches, der Mikroskopaxe und des einfallenden Strahles ist man dann im Stande, auch sehr steile Flächenelemente der Schimmermessung zu unterziehen. Mit meinen jetzigen Mitteln war es aber nicht möglich, auch bei dieser Versuchsanordnung den Einfallswinkel und den Winkel zwischen Mikroskop- und Drehungsaxe zu bestimmen, was erforderlich wäre, um annähernd den Winkel zu erfahren, den die schimmernden Flächenelemente mit der geätzten Fläche einschliessen. Auch leidet dieses Verfahren noch an grosser Unbequemlichkeit und Umständlichkeit und ist daher noch der Verbesserung bedürftig.

Die mittelst Schimmermessung gewonnenen Schimmer-Azimute können dann leicht verwendet werden, wenn wenigstens eine Schaar von Aetzflächen in einer bekannten Zone liegt, oder, wenn das nicht der Fall ist, auch dann, wenn die geätzte Fläche Symmetrielinien besitzt. Gleiche Schimmerstellungen müssen sich dann rechts und links wiederholen, der halbe Azimutwinkel zwischen beiden bestimmt das Azimut gegen die Symmetrielinie.

Schwieriger ist die Beziehung der Schimmer-Azimute bei Flächen ohne Symmetrielinie. Auf der Oktaëderfläche des Pyrit tritt nach der Aetzung Schimmer in drei Azimuten auf, welche untereinander  $120^\circ$  einschliessen. Wie aber diese Richtungen auf der Oktaëderfläche orientirt sind, ist erst zu ermitteln.

Ich versuchte die Lösung dieser Aufgabe auf folgendem Wege, welcher der Bestimmung der Auslöschungsrichtung in einer Krystallplatte nachgebildet ist.

Auf dem Objecttisch ist eine Linie eingerissen, welche durch den Drehungsmittelpunkt geht. An dieselbe wird eine Glasplatte mit abgeschliffenem Rande angelegt und der Objecttisch so lange gedreht, bis die im Mikroskop sichtbare Kante parallel ist mit dem Verticalfaden des Oculares. Dann wird vor dem Objecttisch ein

Senkel aufgehängt und eine in passender Entfernung aufgestellte Petroleumlampe (Flachbrenner, mit der schmalen Seite dem Mikroskop zugekehrt) so lange verschoben, bis der Schatten des Senkelfadens die eingerissene Linie am Objecttisch genau deckt. Alsdann geht die Einfallsebene des Lichtes durch den Verticalfaden im Ocular.

Nun bringt man den geätzten Krystall auf den Objecttisch, stellt erst eine bestimmte Kante auf den Verticalfaden im Ocular ein, dann die zu messende Schaar von Aetzflächen auf das Schimmermaximum. Die Ablesungsdifferenz gibt den Winkel zwischen Schimmerazimut und der betreffenden Kante.

### Darstellung der Resultate.

Das Hauptaugenmerk bei den folgenden Untersuchungen war darauf gerichtet, in jedem speciellen Fall die Position der Aetzflächen durch Messung möglichst genau zu ermitteln und die gefundene Position in eine Projection einzutragen. Schon die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, dass die Aetzflächen in ihrer realen Lage keineswegs immer Flächen mit einfachen Indices entsprechen, ja dass sie häufig nicht einmal genau in der von der Theorie geforderten primären Zone liegen. Einseitige Abweichungen von der Aetzzone fanden bei den bisher untersuchten Mineralen nur dann statt, wenn die Aetzfigur auf einer ausserhalb der „Aetzzone“ liegenden Fläche war erzeugt worden. Diese Abweichungen wurden durch „Schleppung“ erklärt, sie haben mit dem molecularen Bau nichts zu thun.

Beim Pyrit kommen solche einseitige Abweichungen auch in solchen Fällen vor, wo sie durch „Schleppung“ nicht erklärt werden können; sie sind hier im Krystallbau begründet. Um so grösseres Gewicht musste auf eine möglichst genaue, von willkürlicher Deutung befreite Symbolisirung und Projection der Aetzflächen gelegt werden. Eine solche Willkür läge aber darin, wenn anstatt der unmittelbar durch die Rechnung gegebenen irrationalen Indices naheliegende einfache, rationale Indices eingesetzt würden. Daher wurde diese einfache Symbolisirung grundsätzlich unterlassen. Es wird Gegenstand eines besonderen Abschnittes sein, auch hier den Zusammenhang mit dem Parametergesetz zu verfolgen. Die Symbole der Aetzflächen sind so berechnet, dass der letzte Index = 1000 wird. Da bei der Darstellung immer von den Flächen des Krystallraumes 001.101.111

ausgegangen wurde, erscheinen die beiden ersten Indices in der Regel als dreiziffrige ganze Zahlen. Mehr Ziffern anzugeben hat keinen Sinn, da schon die dritte Stelle nach der Natur der Messungen unsicher ist. Der letzte Index 1000 wurde als selbstverständlich weggelassen. Die Indices bestehen daher aus zwei meist dreiziffrigen Zahlen. Die angenommene Symbolisirung (welche dem jüngst erschienenen 1. Heft des „Index der Krystallformen“ von Goldschmidt entlehnt ist) empfiehlt sich insbesondere auch deshalb, weil von derselben leicht zur Projection übergegangen werden kann.

Bei der Darstellung ist festgehalten, dass sich alle Angaben auf die Flächen im Oktanten vorne, oben, rechts beziehen, speciell auf die Flächen 001,  $\pi(102)$ , 101,  $\pi(201)$ , 111.

Um bei Besprechung einzelner Krystalle die schleppende Fundortsbezeichnung zu vermeiden, ist mit einer römischen Ziffer auf das Fundortsverzeichnis pag. 240 hingewiesen. Eine arabische Ziffer daneben bezieht sich auf die Nummer des Krystalls in meinem Beobachtungsbuch. Die hinter den berechneten Indices stehende Ziffer in Klammer verweist auf ein Verzeichnis und eine Projection der Aetzflächen, welche im dritten Abschnitt dieser Arbeit zur Behandlung gelangen werden.

Von den verschiedenen Aetzmitteln zeigten einerseits die Säuren, andererseits die Alkalien grosse Uebereinstimmung, gegeneinander gehalten dagegen grosse Verschiedenheit. Daher wird zusammenfassend zuerst das Verhalten aller untersuchten Flächen gegen Säuren, sodann gegen Alkalien geschildert.

## I. Aetzung mit Säuren.

### 1. Würfelfläche 001.

Auf der Würfelfläche des Pyrit erhält man je nach Art und Concentration der angewandten Säure etwas verschiedene Figuren, die aber doch viel Gemeinsames besitzen. Besonders charakteristisch ist, dass alle angewandten Säuren nach kurzer Einwirkung eine Streifung entstehen lassen, welche sich übrigens auch nach längerer Aetzdauer zwischen den tieferen Aetzgrübchen deutlich erhält. Die Streifung ist stets parallel mit der Combinationskante von  $\pi(1\cdot2)$ . Sie wird hervorgebracht durch enger- oder weiterstehende, rinneförmige Aetzgrübchen, deren Form übrigens von einem langen



## b) Salpeter-Salzsäure.

Die bei Anwendung dieses Aetzmittels entstehenden Figuren sind mannigfaltig. Am häufigsten trifft man Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2a und 2b. Dieselben bestehen aus einem tieferen Theil, welcher die Form eines vertieften Pentagon-Dodekaëders wiedergibt, und aus einem flacheren, welcher einen rhombischen Umriss hat und von 4 Flächen eines Dyakis-Dodekaëders gebildet wird.

Der tiefere Theil wird in den am regelmässigsten ausgebildeten Figuren von 8 Flächen umschlossen, welche die Lage von Pentagon-Dodekaëderflächen haben. Es tragen nicht nur die 4 gegen die geätzte Fläche geneigten, sondern auch die senkrecht zur geätzten Fläche orientirten Dodekaëderflächen zur Begrenzung bei. Der Anblick der Figur lehrt, dass das betreffende Pentagon-Dodekaëder von  $\pi(102)$  nicht stark abweicht. Die regelmässige Form findet sich aber kaum in der Hälfte der Fälle ungestört. Sehr häufig sieht man Formen, wie sie Fig. 2c—e zeigt, die sich durch ungleiche Ausdehnung derselben Flächen erklären lassen. Aehnliche Verzerrungen treten oft gruppenweise auf.

Für die Bestimmung der Dyakis-Dodekaëderflächen  $\pi$  sind jene Formen wichtig, an denen nur die benachbarten Dodekaëderflächen betheilig sind: Fig. 2f und 2g. Man sieht, dass diese mit den Flächen  $\pi$  annähernd parallele Kanten bilden.

Der Raum, welcher von tieferen Aetzfiguren frei bleibt, ist von schmalen, rinnenförmigen, an den Enden öfter ausgezackten Aetzgrübchen ( $h$ ) eingenommen, die den Eindruck einer feinen Riefung hervorbringen.

Die Lichtfigur eines Krystalles (I. 180 a), welcher eine Minute geätzt war, zeigt Fig. 3. Die Reflexe der entfernteren Dodekaëderflächen sind nicht eingezeichnet. Bei kurz dauernder Aetzung sind sie zu lichtschwach, um gemessen zu werden. An der gezeichneten Lichtfigur sind daher nur jene Flächen betheiligt, welche die Aetzfigur Fig. 2f, g bilden.

Die Messung ergab:

$h p_1 = 23^\circ 14'$	$h p_2 = 22^\circ 36'$	Mittel: $h p = 22^\circ 55'$
$h \pi_1 = 27^\circ 40'$	$h \pi_2 = 29^\circ 2'$	
$h \pi_3 = 27^\circ 58'$	$h \pi_4 = 28^\circ 45'$	$h \pi = 28^\circ 21'$
$\pi_1 \pi_2 = 26^\circ 26'$	$\pi_3 \pi_4 = 27^\circ 9'$	$\pi \pi = 26^\circ 48'$







Der Complex  $\pi_1 \varphi \pi$  zeigt im Allgemeinen grosse Aehnlichkeit mit dem Complex  $\pi \varphi \pi$ . Man könnte sagen, von einem Lichtbilde, welches gegen 010 so liegt, wie der mittlere Theil zu 001, hat die stärkere Aetzung den äussersten Rand enthüllt. Allerdings ist die Aehnlichkeit der gegenseitigen Lage von  $\pi$  und  $\varphi$  mit der von  $\pi$  und  $\varphi$  grösser als diejenige der Positionen gegen die nächst gelegenen einfachen Zonen. Dies wird sofort deutlich, wenn man  $\pi$  und  $\varphi$  in den Krystallraum zwischen 001.101.111 überträgt. Es ergeben sich dann die zweiten Zahlen, welche ebenso wie die Vergleichung der bezüglichen Projectionspunkte in Fig. 45, Taf. IV den Unterschied erkennen lassen. Der Grund dieser Verschiedenheit kann zum Theil in der „Schleppung“ gefunden werden. In der That liegt  $\varphi$  näher an 001 als eine zu  $\varphi$  gehörige Fläche thun würde. Weniger klar ist der Zusammenhang bei den  $\pi$ -Flächen, welche übrigens ungleich weniger sicher bestimmt sind.

Wären die betreffenden Flächen nicht gar zu steil geneigt gegen 001, so würde es möglich sein, auch noch Theile der um 100 gruppirten Lichtfigur zu beobachten. Schon bei diesen Beobachtungen tritt das Verhältnis deutlich hervor, dass in den Krystallräumen, welche dem zwischen 101.111.100 nach dem Gesetz der pyritoëdrischen Hemiëdrie analog sind, keine Aetzflächen auftreten.

Wir wollen nun, die Betrachtung der Lichtfigur verlassend, zu den Aetzfiguren übergehen. Zunächst beobachtet man auf der geätzten Fläche ein eigenthümlich fleckiges Aussehen (vergl. Taf. IV, Fig. 44). Manche Stellen erscheinen sehr glänzend, wenig geätzt (*a*); sie liefern hauptsächlich die inneren Theile der Lichtfigur, die Verbreiterung von  $h$  und  $p'$ ; hier herrschen die oft genannten, flachen, kahnförmigen Rinnen. Nebst dem treten grössere regelmässige Aetzfiguren auf, welche der Fig. 2 *a* gleichen, und welche die Reflexe  $p$  und  $\pi$  liefern.

Andere Theile der Fläche, und zwar die grössten sind stärker geätzt, erscheinen minder glänzend (*b*). Sie sind massenhaft von tiefen Aetzfiguren bedeckt, welche eng gedrängt stehen, so dass vielfach nur die Centraltheile zu sehen sind, während die Rhomben von  $\pi$  gebildet, spärlich auftreten.

Diese Felder sind von zweierlei entgegengesetzter Orientirung, die einen zeigen lanter Aetzfiguren der Form Fig. 2 *e*, die anderen lauter Aetzfiguren von der Form *d*. Die ersten geben im Lichtbild den

Reflex  $\varphi_3$ , die anderen den Reflex  $\varphi_1$ . Während die ersten bei Einstellung auf den Reflex  $\varphi_3$  lebhaften Schimmer zeigen, sind die anderen dunkel, und umgekehrt. Stellt man den Reflex  $\pi$  ein, so erscheint der Schimmer ganz gleichmässig über die Fläche verbreitet. Auch bei Einstellung von  $p$  schimmern zwar vorherrschend die glänzenden Felder  $a$  in einzelnen Punkten, vereinzelt flimmern aber auch in den Feldern  $b$  Pünktchen auf. Bei Einstellung der Reflexe  $p'$  und  $h$  schimmern bloss die glänzenden Felder  $a$ , während die Felder  $b$  ganz dunkel sind. Bei Einstellung der Reflexe  $\pi$  und  $\varphi$  ist der Schimmer ebenfalls über die ganze Fläche ziemlich gleichmässig verbreitet.

Somit würden die Felder  $a$  ein disymmetrisches Lichtbild liefern, bestehend aus den Reflexen  $h$ , beiden  $p'$ , beiden  $p$ , allen vier  $\pi$ . Man erkennt darin unschwer das Bild, welches in Fig. 3, Taf. II. nach kürzerer Aetzdauer dargestellt ist.

Die Felder  $b_1$ , welche die Aetzfiguren  $c$  tragen, hätten für sich ein monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus  $\varphi_1$  und den vier  $\pi$ , die Felder  $b_2$ , welche die Aetzfiguren  $d$  tragen, hätten ein ebenfalls monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus den vier  $\pi$  und  $\varphi_2$ .

Die Vertheilung der verschiedenen Felder ist eine regellose, die Begrenzung nirgend eine gradlinige. Ich beschränke mich hier auf die blosse Beschreibung; ein Erklärungsversuch soll später folgen.

### c) Rauchende Salpetersäure.

Dieses Aetzmittel liefert bei sehr kurzer Einwirkung (20 Sec.) scharfe Aetzfiguren. Fig. 6 zeigt häufig vorkommende Typen. Der Hauptunterschied gegenüber den Figuren, welche Salpeter-Salzsäure hervorruft, liegt in dem Mangel des stark vertieften Centraltheiles, ferner darin, dass die  $\pi(hkl)$  Flächen mit den  $\pi(h0l)$  keine parallelen, sondern gegen den Rand der Figur convergirende Kanten bilden. Manchmal fehlen die  $\pi(h0l)$  gänzlich; anderseits kommen lang-kahnförmige flache Figuren vor, die schliesslich in eine zarte Riefung übergeben.

Sehr häufig finden sich auch hier monosymmetrische Figuren, bald solche verschiedener Stellung vermischt, bald gruppenweise parallel gestellt.

Bei kurzer Dauer der Einwirkung sind die Aetzfiguren zu klein, um ein deutliches Lichtbild zu liefern. Unter dem Mikroskop

beobachtet man dagegen deutliche Schimmererscheinungen. Fällt das Licht senkrecht zur Combinationskante mit  $\pi(102)$  ein, so zeigt sich ein über die ganze Fläche verbreiteter matter und wenig präciser Schimmer, der infolge dessen schwierig zu fixiren ist. Er entspricht der feinen Streifung. Bei Drehung nach rechts und links treten dann in symmetrischen Stellungen einzelne glänzende Punkte hervor; dieselben zeigen zu beiden Seiten der Ausgangsstellung je zwei Maxima; ein inneres, hervorgebracht durch zahlreiche kleine schimmernde Punkte, ein äusseres, hervorgebracht durch spärliche, aber grössere Flächen. Die beiden Schimmerstellungen links und rechts schliessen folgende Winkel ein:

$$\begin{array}{ll} I, . I_r = 26.8^\circ \text{ berechnet } [1\bar{4}0] & 28^\circ 2' \\ II, . II_r = 52.7^\circ & [1\bar{2}0] \quad 53^\circ 8' \end{array}$$

Die Schimmerstellungen fallen ungefähr in die Zonen  $[1\bar{4}0]$  und  $[1\bar{2}0]$ , welche die oben unter „berechnet“ geschriebenen Winkel verlangen. Die erste entspricht den langgezogenen Figuren, Fig. 6 b, die zweite den grösseren Figuren, Fig. 6 a, Taf. II.

Uebrigens findet der Eintritt des Schimmers in den bezeichneten Stellungen nicht präcise statt, sondern man beobachtet bei der Drehung von der Ausgangsstellung, dass erst einige wenige Punkte aufleuchten, dass ihre Zahl bei weiterer Drehung zunimmt bis zu einem Maximum, dann ebenso wieder abnimmt. Die Einstellung erfolgt auf das allerdings schwer festzuhaltende Schimmermaximum.

Diese Beobachtung wird durch die mikroskopische Betrachtung der Gelatineabgüsse bestätigt, welche zeigt, dass zwischen den feinen Riefen, den Figuren  $b$  und  $a$ , alle möglichen Uebergänge vorkommen. So zeigt auch der rhombische Umriss der grösseren Figur  $a$  sehr verschiedene Winkel.

Bei etwas länger dauernder Aetzung nehmen besonders bei  $I$  die grossen Aetzfiguren an Menge zu und werden bedeutend grösser; dann beobachtet man auch ein Lichtbild, welches freilich an Schärfe das Lichtbild der Salpeter-Salzsäure bei weitem nicht erreicht. Fig. 7 zeigt dasselbe nach einem Würfel (I. 301), welcher 3 Minuten geätzt worden war.

Man erkennt wiederum eine Linie mit Culminationen an den Enden, die  $\pi(hkl)$ -Flächen sind nicht durch gesonderte Reflexe, sondern durch divergirende Lichtschweife ausgeprägt, welche sich

an die Endculminationen  $p$  anschliessen. Diese zeigen folgende Abmessungen:

$$\begin{aligned} hp_1 &= 25^\circ 50' & \text{Mittel } hp &= 25^\circ 54' & p &= (459.0) \quad . \quad . \quad (14). \\ hp_2 &= 25^\circ 58' \end{aligned}$$

Bezüglich der  $\pi(hkl)$ -Flächen ergibt sich sowohl aus der Betrachtung der Aetzfigur als aus dem Lichtbild, dass dieselben in eine andere Zone fallen müssen als die analogen Flächen, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Wir werden auf diesen Punkt bei der Besprechung der Pyritoöderfläche zurückkommen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren treten gewisse gemeinsame Züge hervor, die hier nochmals zusammengestellt werden mögen.

Besonders charakteristisch ist das Auftreten einer Streifung parallel jener Würfelkante, welcher die Combinationskante mit  $\pi(102)$  parallel geht.

An den Aetzfiguren betheiligen sich vornehmlich Flächen von positiven Pentagondodekaëdern, und zwar hauptsächlich solche, welche zwischen  $\pi(102)$  und 001 liegen; spärlich kommen solche vor, die zwischen  $\pi(102)$  und 101 liegen. Von den Pentagondodekaëdern liegen viele nahe bei  $\pi(102)$ . Man könnte somit nach dem bisherigen Gebrauch die Zone  $[\pi(102).001]$  als Hauptätzzone bezeichnen.

Die Dyakisdodekaëderflächen variiren in ihrer Lage je nach der angewandten Säure, können auch gänzlich fehlen. Es wurden ausschliesslich Flächen von positiven Dyakisdodekaëdern beobachtet.

Auf die ausserordentlich grosse Aehnlichkeit der Aetzfiguren des Pyritwürfels mit denen, welche auf der Dodekaëderfläche von Bleiglanz und Magnetit, ferner auf der Würfelfläche von Zinkblende von mir beobachtet wurden, ferner auf die grosse Aehnlichkeit im Verhalten der Flächen (100) und (001) am Aragonit nach v. Ebner<sup>1)</sup> mag hier beiläufig hingewiesen werden.

<sup>1)</sup> Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. 91. II. Abth.

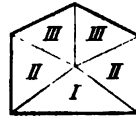
## 2. Pyritoëderfläche $\pi(102)$ .

Ich beginne mit der Schilderung der Aetzfiguren, welche

### a) Salpeter-Salzsäure

hervorruft. Dieselben sind insoferne den Aetzfiguren auf 001 analog, als man auch hier einen flacheren und einen tiefer eingesenkten Theil unterscheiden kann. Auch sind die Flächen, welche sich dabei betheiligen, von ähnlicher Lage wie auf der Würfelfläche.

Der tiefer eingesenkte Theil allein wurde schon von G. Rose beobachtet und gezeichnet. In der Regel zeigt er fünfseitigen Umriss (vergl. hierzu die nebenstehende Figur a). Eine der Seitenflächen (*I*) liefert stets eine der Grundkante des Pyritoëders parallele Kante. Die anderen verlaufen beiläufig so wie die vier anderen Kanten der Pyritoëderfläche, gehen ihnen jedoch nicht strenge parallel. Schon G. Rose beobachtete, dass die Seitenflächen *II* häufig mit parallelen Kanten einschneiden (Taf. II, Fig. 8 a, b, c) auch der von den Flächen *III* gebildete Winkel am Scheitel ist häufig merklich stumpfer als  $121^{\circ} 30'$ , was den Flächen  $\pi(210)$  und  $\pi(2\bar{1}0)$  entsprechen würde. Bisweilen wird dieser tiefere Theil sechseckig, indem an Stelle der einfachen Fläche *I* zwei Flächen treten (Fig. 8 a, e); auch rechteckige Formen kommen vor, wenn statt der beiden Flächen *III* eine einzige auftritt (Fig. 8 b).



Das Innere dieses vertieften Theiles ist schwer zu beurtheilen, da die betreffenden Flächen sehr steil niedersteigen. Bisweilen scheint der Boden durch ein der geätzten Fläche paralleles Fünfeck gebildet (Fig. 8 c), in anderen Fällen vereinigen sich die Flächen, wie es scheint, zu einer Spitze (Fig. 8 g). Bei den Sechsecken (Fig. 8 a, e) erhält man bisweilen den Eindruck, als würden die unteren Kanten durch überhängende Wände gebildet, der Hohlraum also unter die Ränder in schräger Richtung nach unten eingesenkt sein; dann wären die unteren Flächen die parallelen Gegenflächen zu *III*.

Am besten lassen sich noch die unpaaren Flächen *I* übersehen. Dieselben liegen constant und genau in der Zone  $[102.001]$ ; lassen häufig mehrere in derselben Zone liegende Facetten erkennen und sind überhaupt das constanteste Element der sonst sehr mannigfaltigen Figuren.

Zu dem flacheren Theil der Figuren übergehend, bemerken wir zunächst, dass derselbe nach unten mit einer ziemlich steilen Fläche abschliesst, welche sich häufig geradezu als die erweiterte Fläche  $I$  des vertieften Theiles darstellt (Fig. 8f), in anderen Fällen kann sie auch in der Mitte des vertieften Theiles ansetzen. Auch diese Fläche zeichnet sich durch Geradlinigkeit und Regelmässigkeit aus. Nach oben hin folgen zwei paarige und eine unpaarige Fläche. Die zwei paarigen, welche die Seitenränder bilden, sind vollkommen glatt und glänzend ( $\pi$ ), manchmal etwas gekrümmt, bei guten Figuren machen sie parallele oder unter einem kleinen nach oben offenen Winkel<sup>1)</sup> geneigte Kanten mit der Pyritoöderfläche (vergl. Fig. 8d, e). Dies kann aber nur in dem seltenen Falle beobachtet werden, als eine einzelne Aetzfigur isolirt auftritt. Wenn sie sich mit anderen verschneidet, entsteht häufig ein winkliger Verlauf des Randes (Fig. 8f). Die  $\pi$ -Flächen liegen also so wie die entsprechenden des Würfels in der Zone  $[\pi(102).010]$  oder aus dieser etwas gegen die Würfelfläche 001 verschoben.

Die unpaare Fläche ( $\varphi$ ) unterscheidet sich auffallend von den paarigen Seitenflächen. Bei isolirten Figuren geht sie allmähig und ohne scharfe Kante in die geätzte Fläche über (Fig. 8f), ist stark und zwar häufig convex gekrümmt und nie glatt, sondern mit kleinen Aetzhügeln besetzt, von einer Form, wie wir sie später auf 101 wieder finden werden. Es macht ganz den Eindruck, als wäre die Aetzfigur hier nicht von einer durch den Molecularbau vorgezeichneten Fläche grossen Lösungswiderstandes, sondern durch eine Fläche geschlossen, welche nur der Ausebnung der entstandenen Vertiefung ihre Entstehung verdankt. Man könnte derartige Aetzflächen als „falsche“ Aetzflächen bezeichnen.

Nicht selten fehlt der tiefere Theil des Aetzgrübchens; dann wird die Figur doch am unteren Rande von einer steil abfallenden Fläche, welche der Lage von  $I$  entspricht, begrenzt.

Kleine flache Grübchen füllen dicht gedrängt den Zwischenraum zwischen den grösseren selbständigen Figuren (Fig. 8h). — Andererseits stehen oft, namentlich in der Mitte der Pyritoöderfläche,

<sup>1)</sup> Ich will in Hinkunft den Winkel zweier Richtungen auf der Pyritoöderfläche positiv nennen, wenn derselbe nach oben (gegen 001) offen ist, den umgekehrten negativ.

die Aetzfiguren so dicht, dass die flacheren Theile gar nicht zur selbständigen Entwicklung kommen (Fig. 9).

Das zugehörige Lichtbild zeigt Fig. 10 nach einem Krystall (II. 210), welcher 1 Minute geätzt worden war. Es ist das Lichtbild der beiden Flächen 102 und  $\bar{1}02$  gezeichnet in Projection auf die Würfelfläche. Die mit  $p, p_1, p_2$  bezeichneten Reflexe entsprechen den Flächen I der vertieften Figur; ausserdem besteht ein lang gezogener Reflex, welcher der Würfelfläche entspricht, der aber wegen Lichtschwäche nicht gemessen wurde. Auf jeder Pyritoëderfläche schimmern die in der Aetzzone liegenden Seitenflächen I, wenn die Reflexe  $p_1, p_2$  derselben Seite, ausserdem auch, wenn  $h$  ferner  $p_1, p_2$  und  $p$  der anderen Seite eingestellt werden.

Die Reflexe  $\pi$  entsprechen den gleich bezeichneten Flächen des flachen Theiles der Aetzfigur; sie liegen in der Zone  $[102.010]$ ; der beide verbindende Lichtbogen entspricht der „falschen“ Aetzfläche  $\varphi$ . Der hellste Theil desselben fällt allerdings in die Verlängerung der Zone  $[001.102]$ , welche oben als Aetzzone bezeichnet wurde, ist aber durch eine scharfe Culmination, wie sie  $p_1$  und  $p_2$ , selbst  $\pi$  darstellen, nicht bezeichnet.

Die Messung ergab:

$$\begin{array}{ll} \varphi\varphi' = 57^\circ 52' & \varphi = (553.0) \quad . \quad . \quad (15). \\ pp' = 53^\circ 2' & p = 102 \\ p_1 p_1' = 46^\circ 18' & p_1 = (427.0) \quad . \quad . \quad (16). \\ p p_1 = 8^\circ 56' & p_2 = (321.0) \quad . \quad . \quad (17). \\ p p_2 = 9^\circ 30' & \text{Mittel } p\pi = 9^\circ 8' \quad \pi = (500.180) \quad . \quad . \quad (18). \\ p \pi_2 = 8^\circ 47' & \end{array}$$

Bezüglich der Seitenflächen II und III des tieferen Theiles der Aetzfigur wurden nur Schimmermessungen ausgeführt; dieselben erweisen in Uebereinstimmung mit dem früher Gesagten, dass dieselben den übrigen Flächen der Form  $\pi(102)$  nicht genau entsprechen. Es wurden die Azimutwinkel zwischen den entsprechenden Schimmerstellungen rechts und links gemessen. Dieselben werden + gezählt, wenn sie nach oben offen sind, — wenn sie nach unten offen.

$$\begin{array}{ll} II, II_r = + 170.1^\circ \text{ berechnet } + 154^\circ 48' \\ III, III_r = - 51.0^\circ & - 58^\circ 24' \end{array}$$

Unter berechnet sind die Winkel gesetzt, welche  $\pi(102)$  erfordern würde.



Da die mit *II* und *III* bezeichneten Flächen bei kurzer Aetzdauer keine deutlichen Reflexe gaben, wurden einige Krystalle längere Zeit der Aetzung ausgesetzt. Allerdings verlieren dann die  $\pi$ -Reflexe an Schärfe, da die Aetzfiguren sich in der Ausbildung des flacheren Theiles durch Ineinandergreifen stören.

Einigermassen gut entwickelt sind sie noch bei einem Krystall (II. 233) der Combination  $\pi(210)(111)$ , welcher 2 Minuten geätzt worden war.

Der Seitenfläche *I* entspricht eine Reihe von Einzelreflexen, welche seitlich scharf begrenzt in der Zone  $[\pi(102) \cdot \pi(\bar{1}02)]$  liegen. Die Messungen, bei denen die anderen Krystallflächen verdeckt wurden, ergaben:

$$p p_1 = 27^\circ 35' \quad p_1 = (\bar{1}\bar{7} \cdot 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19).$$

$$p p_2 = 41^\circ 34' \quad p_2 = (\bar{2}\bar{6}\bar{8} \cdot 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$

$$p p_3 = 52^\circ 20' \quad p_3 = (\bar{4}\bar{8}\bar{3} \cdot 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21).$$

Dem flacheren Theil der Aetzfigur entspricht wiederum der Lichtbogen  $\varphi$ , und zwei Reflexe  $\pi$ , welche aus der Zone  $[102 \cdot 010]$  etwas gegen 001 verschoben sind. Es wurde bei Einstellung der Zone  $[\pi_1 \cdot \pi_2 \cdot 010]$  die Abweichung des Reflexes von  $p$  und der Winkel  $\pi\pi$  bestimmt:

$$p \varphi = 2^\circ 37' \quad \varphi = (559 \cdot 0) \quad . \quad . \quad (22).$$

$$\pi_1 \pi_2 = 22^\circ 45' \quad \eta \text{ von } p = 49' 30'' \quad \pi = (482 \cdot 224) \quad . \quad (23).$$

Aus dieser Position berechnet sich der Winkel  $\pi_1 p \pi_2$  zu  $171^\circ 48'$ ; die Messung mittelst Einstellung auf das Maximum des Schimmers, wobei indessen zu bemerken ist, dass dasselbe sehr wenig präzise ist, ergab  $+167^\circ$  bei einem Incidenzwinkel von circa  $11^\circ$ .

Zur Bestimmung der Seitenflächen *II* und *III* wurde folgender Weg eingeschlagen. Es wurden die Zonen  $[p \text{ II}]$  und  $[p \text{ III}]$  eingestellt, die Bögen gemessen und gleichzeitig die Abweichung  $\eta$  der Reflexe von 021 und 210 von den eingestellten Zonen bestimmt. Zur Controle wurden auch bei sehr schräger Incidenz die Schimmerwinkel *II*, *II*, und *III*, *III*, gemessen und mit dem aus der gefundenen Position berechneten verglichen. Die Resultate gibt folgende Tabelle.

	Winkel zu $p$	$r$	Position	Uebertragen in den I. Krystallraum	Schimmerwinkel	
					gerechnet	gemessen
II	64° 56'	6° 25'	(264 . 2154)	(465 . 123) (24)	+ 168° 48'	+ 171° 9'
III	59° 5'	6° 32.5'	(9087 . 3103)	(343 . 111) (25)	— 44° 14'	— 46°

In der Projectionsfigur, Taf. II, Fig. 11, sind die gefundenen Positionen mit Ringen eingezeichnet. Die von *II* entspricht, wie man sieht, ziemlich genau der Lage, welche die  $\pi$ -Reflexe der Lichtfigur von 021 oder 010 haben würden. Bezüglich *III* ergibt sich keine so einfache Beziehung.

Genauere Messungen konnten an einem horizontal gestreiften Pyritoëder (I. 302) angestellt werden. Dasselbe wurde ebenfalls 2 Minuten geätzt, zeigte sich indessen stärker angegriffen, die tiefen Aetzgrübchen stehen dicht gedrängt; daher ist der flache Theil der Aetzfiguren mangelhaft entwickelt und im Lichtbild fehlen  $\pi$ -Reflexe vollständig. Der Lichtbogen  $\phi$  erscheint verdoppelt und ist am Ende in mehrere Spitzen ausgefranst, welche knapp bis zur Zone 102.010 reichen. Der Fläche *I* des tieferen Theiles der Aetzfigur entspricht ein einziger kräftiger Reflex, welcher ziemlich genau die Lage von  $\bar{1}02$  hat. Die bezüglichen Messungen ergaben:

$$p p' = 53^\circ 28' \quad p' = (507 . 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26).$$

$$p \varphi_1 = 2^\circ 4' \quad \varphi_1 = (546 . 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27).$$

$$p \varphi_2 = 4^\circ 50' \quad \varphi_2 = (610 . 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28).$$

Die Reflexe der Seitenflächen *II* und *III* sind hier sehr complicirt und bestehen aus mehreren gesonderten Reflexen. Bei *II* konnten 2 derselben (*a* und *b*) gemessen werden, noch andere verathen sich durch Schimmer, entziehen sich aber wegen allzugrosser Steilheit der Messung am Goniometer. *III* liefert 4 getrennte Reflexe, *a*, *b*, *c*, *d* (vergl. Fig. 11, Taf. II.)

Zur Bestimmung der Position dieser einzelnen Reflexe wurden die Winkel zu  $p$  gemessen unter genauer Justirung der betreffenden Zone, gleichzeitig wurde der Winkel bestimmt, welchen die betreffende Zone mit der Grundzone [102.  $\bar{1}02$ ] einschliesst, welche an der Krystallfläche durch eine geradlinige Streifung, im Reflex durch

einen scharfen Lichtstreif markirt ist. Diese letztere Bestimmung erfolgte nach der pag. 244 auseinandergesetzten Methode.

Es wurden die Bestimmungen sowohl auf die rechts als auf die links liegenden Seitenflächen ausgedehnt. Zur Berechnung dienten die Mittelwerthe beider Bestimmungen.

In der auf pag. 262 und 263 unten folgenden Tabelle sind die auf die einzelnen Reflexe bezüglichen Messungen zusammengestellt, und zwar in den ersten beiden Columnen die Winkel mit  $p$  rechts und links, in der 3. das Mittel beider. Die 4. Columnne enthält das  $\delta$ , welches dem Lichtstreif (der Zone 102.  $\bar{1}02$ ) gegeben wurde; die 5. und 6. die Bögen  $\epsilon$ , um welche bei dieser Einstellung der Centralreflex vom Mittelpunkt entfernt war, bereits mit der erforderlichen Correctur; die 7. das Mittel beider; die 8. das aus diesen Daten berechnete Azimut der eingestellten Zone. Ausgangspunkt der Zählung ist die Zone 102.  $\bar{1}02$ . Das Azimut ist + oder — bezeichnet, je nachdem der betreffende Winkel nach oben (gegen 001) oder nach unten offen ist. Die 9. die Position des Reflexes, die 10. die in den I. Krystallraum übertragene Position, die 11. die Nummer, welche auf die Projection, Taf. IV, Fig. 45, hinweist.

Bei der Einstellung der Zone [ $p$ .  $IIIb$ ] ging auch der Reflex von 210, beziehentlich  $2\bar{1}0$  durch das Gesichtsfeld. Die beobachteten  $\delta$  waren  $3^{\circ}5'$  und  $4^{\circ}3'$  Theilstriche; im Mittel  $3^{\circ}9'$  oder  $1^{\circ}5^{\circ}5'$ . Wird hieraus das Azimut des Reflexes  $IIIb$  berechnet, so erhält man  $-30^{\circ}3'$  was von dem oben gefundenen  $-30^{\circ}6'$  nur um  $3'$  abweicht. Diese Uebereinstimmung zeigt, dass die angewandten Methoden brauchbare Resultate liefern.

Zur weiteren Controle wurden nun noch Schimmermessungen

	Winkel zu $p$ rechts	Winkel zu $p$ links	Mittel	$\delta$	$\epsilon$ rechts
$IIa$	$58^{\circ}11'$	$58^{\circ}22'$	$58^{\circ}16.5'$	$2^{\circ}48'$	$9^{\circ}21''$
$IIb$	$60^{\circ}8'$	$60^{\circ}2'$	$60^{\circ}5'$	$2^{\circ}48'$	$15^{\circ}18''$
$IIIa$	$55^{\circ}52'$	$53^{\circ}50'$	$54^{\circ}51'$	$1^{\circ}57'36''$	$1^{\circ}46'48''$
$IIIb$	$53^{\circ}40'$	$53^{\circ}52'$	$53^{\circ}46'$	$1^{\circ}57'36''$	$2^{\circ}26'12''$
$IIIc$	$62^{\circ}30'$	$61^{\circ}29'$	$62^{\circ}0'$	$1^{\circ}24'$	$2^{\circ}8'42''$
$IIId$	$69^{\circ}35'$	$69^{\circ}16'$	$69^{\circ}26'$	—	—

angestellt. Da es sich hierbei um Aetzflächen handelt, welche steiler als  $45^\circ$  geneigt wird, konnte man nicht in der Richtung der Drehungsaxe beobachten, sondern es war erforderlich, das Beobachtungsmikroskop seitlich aufzustellen.

Die Schimmermessungen sind im folgenden tabellarisch zusammengestellt. Ueberall ist der Winkel zwischen zwei zusammengehörigen Schimmerstellungen rechts und links angegeben. Unter „berechnet“ stehen die aus den oben bestimmten Positionen abgeleiteten Schimmerwinkel.

	Gemessen	Berechnet
<i>Ib</i> . . .	+ $44.2^\circ$	—
<i>IId</i> . . .	+ $128.3^\circ$	—
<i>IIC</i> . . .	+ $160.2^\circ$	—
<i>IIa</i> . . .	+ $170.4^\circ$	+ $168^\circ 4'$
<i>IIb</i> . . .	— $166.9^\circ$	— $166^\circ 20'$
<i>IIIa</i> . . .	— $76.2^\circ$	— $75^\circ 50'$
<i>IIIb</i> . . .	— $64.3^\circ$	— $60^\circ 11'$
<i>III c, d</i> . .	— $47.8^\circ$	— $48^\circ 32'$

Die Uebereinstimmung ist im Ganzen eine recht befriedigende; bei *IIIb* kommt eine etwas grössere Differenz vor; doch ist gerade dieser Reflex etwas mehr ausgedehnt und bei der Messung am Goniometer wurde das näher an der Zone [102.210] liegende Ende des Reflexes justirt, welchem ein kleinerer Schimmerwinkel entspricht.

Mit *Ib*, *IId* und *IIC* sind Schimmerstellungen bezeichnet, deren zugehörige Reflexe am Goniometer nicht gemessen werden konnten, theils weil die betreffenden schimmernden Flächenelemente

ε links	Mittel	Azimut	Position	Uebertragen in den I. Krystalraum	Nr.
11' 24"	10' 22"	+ $84^\circ 2'$	306. 1659	603. 185	29
17' 36"	16' 27"	— $83^\circ 10'$	788. 2152	468. 366	30
1° 47' 48"	1° 47' 18"	— $37^\circ 55'$	3685. 2219	602. 271	31
2° 22' 54"	2° 24' 33"	— $30^\circ 6'$	4104. 1868	455. 244	32
2° 15' 54"	2° 12' 18"	— $24^\circ 16'$	15558. 6057	390. 64	33
		1)	13630. 5701	418. 75	34

1) *IIIc* u. *IIId* liegen im selben Azimut; *IIId* liegt jenseits d. Zone [100. 010].

zu sparsam auftreten und keinen erkennbaren Reflex geben (*Ib*); theils weil dieselben allzu steil sind, so dass sie selbst bei dem kleinsten — bei der nothwendigen Annäherung des Auges an den Krystall möglichen — Incidenzwinkel nicht mehr messbar sind.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Schimmer von Flächen ähnlicher Lage herrührt, wie die genauer bestimmbaren; *Ib* also von Flächen, die sich der Lage von  $\bar{2}14$  und  $\bar{2}\bar{1}4$  nähern, *IId* von Flächen, welche sich zu  $\bar{1}42$  so verhalten wie *IId* zu  $\bar{1}42$ , endlich *IIC* von Flächen, welche den Reflexen *IIIC* und *IIId* entsprechen.

#### b) Rauchende Salpetersäure.

Versuche mit rauchender Salpetersäure ergeben so wie auf der Würfelfläche nur bei kurz andauernder Aetzung ein gutes Resultat. Es wurden geprüft Krystalle von I, II und VI.

Die Aetzfiguren sind ziemlich scharf, aber ausserordentlich klein. Ihre Form zeigt Fig. 12, Taf. II. Es wiederholt sich hier die charakteristische Fläche, welche in der Königwasserfigur mit *I* bezeichnet wurde. Auch hier liegt dieselbe constant in der Zone 102.001. Die beiden anderen Seitenflächen, welche zu einem etwas bogigen, gleichschenkligen Dreieck zusammenschliessen, sind merklich flacher. Der Winkel am Scheitel variiert innerhalb beträchtlich weiter Grenzen. Er nähert sich dem Werth von  $50^\circ$ , wird aber häufiger spitzer getroffen. Es entspricht dies beiläufig einem Diploëder aus der Zone [102.111]. Am stumpfsten ist dieser Winkel bei I, am spitzesten bei VI. Diese Lage der Diploëderflächen steht im Uebereinstimmung mit den Beobachtungen auf der Würfelfläche.

Wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Figuren sind die optischen Phänomene schwierig zu ermitteln.

Ein Krystall von VI (240) liess entsprechend der charakteristischen Fläche einen sehr schwachen Reflex erkennen. Entsprechend den Seitenflächen  $\pi$  zwei lange Lichtschweife, ähnlich wie Fig. 13.

Zur Bestimmung des Azimutes der letzteren diene wiederum der kräftige Lichtstreif, welcher durch die Streifung parallel der Grundkante hervorgebracht wird.

Es wurde gemessen:

$$pp' = 52^{\circ} 21' \quad p' = (\overline{483} . 0) \quad . \quad . \quad . \quad (35).$$

	$p\pi$	$\alpha$	$\delta$
links .	$16^{\circ} 42'$	$1^{\circ} 5'$	
rechts .	$17^{\circ} 38'$	$1^{\circ} 3'$	
Mittel .	$17^{\circ} 10'$	$1^{\circ} 4'$	$3^{\circ} 55'$

Hieraus ergibt sich: Azimut —  $86^{\circ} 57.5'$

$$\text{Position } \pi = (647 . 333) \quad . \quad . \quad . \quad (36).$$

Der Schimmerwinkel ist nach Rechnung  $137^{\circ} 55'$ , nach Messung  $140^{\circ}$ — $142^{\circ}$ .

Da der Krystall auf der einen Seite auch eine Oktaederfläche besitzt, wurde zur Controle auch die Abweichung des Reflexes derselben von der eingestellten Zone gemessen. Doch ist diese Bestimmung unsicher, da die Fläche mehrere Bilder gab. Der hellste Reflex liefert  $\delta = 2^{\circ} 19'$ ; hieraus ergibt sich die Abweichung  $\alpha = 5^{\circ} 12'$ , das Azimut —  $71^{\circ} 6'$ .

Bei einem ähnlich behandelten Krystall (I. 303) lagen die Reflexe  $\pi$  genau in der Zone  $[102 . 111]$  (vergl. Fig. 13). Es wurde gemessen:

$$p\pi_1 = 18^{\circ} 24' \quad p\pi_2 = 17^{\circ} 34' \quad \text{Mittel } 17^{\circ} 59'.$$

Hieraus ergibt sich die Position:

$$\pi = (677 . 355) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

Der Schimmerwinkel berechnet sich für diese Zone zu  $131^{\circ} 49'$ . Gemessen wurde auf der besten Pyritoederfläche  $132^{\circ}$ . Andere gaben auch kleinere Winkel:  $129^{\circ}$ ... $125^{\circ}$ .

Ein Krystall (II. 220) mit starker Streifung senkrecht zur Grundkante zeigte ähnliche Lage der  $\pi$ -Reflexe. Dieselben waren aber näher an  $p$ . Es wurde in der Zone  $[102 . 111]$  gemessen:

$$p\pi = 7^{\circ} 48'; \text{ hieraus } \pi = (572 . 144) \quad . \quad . \quad . \quad (38).$$

Der Schimmerwinkel ergab sich zu  $131^{\circ}$ .

### c) Verdünnte Salpetersäure.

Verdünnte Salpetersäure liefert auf der Pyritoederfläche wenig vollkommene Figuren. Bei der Temperatur des Wasserbades ist der ausgeschiedene Schwefel sehr hinderlich. Die Figuren lassen so wie die der Salpeter-Salzsäure einen vertieften Theil erkennen, welcher aber meist unregelmässig gestaltet ist. Daran schliesst sich ein

flacherer Theil, der in seiner Form zwischen der Figur der Salpetersalzsäure und der rauchenden Salpetersäure steht.

Fig. 14 zeigt das Lichtbild eines mit verdünnter Salpetersäure bei Siedetemperatur durch 2 Minuten geätzten Krystalls (II. 236).

Ausser den gezeichneten Reflexen tritt noch ein Reflex auf, welcher der nächsten Pyritoëderfläche 102 nahe liegt ( $p_3$ ).

$$pp_1 = 5^\circ 6' \quad p_1 = (393. 0) \quad . \quad . \quad . \quad (39).$$

$$pp_2 = 50^\circ 13' \quad p_2 = (438. 0) \quad . \quad . \quad . \quad (40).$$

$$\pi_1 \pi_2 = 6^\circ 16' \quad \delta \text{ von } p = 2^\circ 31' \quad \pi = (540. 62) \quad . \quad . \quad . \quad (41).$$

Wenn man die mannigfaltigen Gestalten der Aetzfiguren auf der Pyritoëderfläche übersieht, so lässt sich zusammenfassend Folgendes aussagen:

Stets treten Aetzflächen aus der Zone [102 . 102] auf; dieselben sind bei allen Säuren, bei jeder Aetzdauer zu bemerken. Sie liegen genau in der angegebenen Zone; innerhalb derselben kann sich ihre Lage nach Massgabe der Umstände ändern.

Ausserdem treten noch Flächen auf, welche sich nie sehr weit von 102 entfernen und annähernd in den einfachsten durch 102 gelegten Zonen liegen. Sie sind es, welche für gewisse Arten der Aetzung charakteristisch sind. Bei Aetzung mit Salpetersalzsäure liegen sie in oder nahe bei der Zone [102 . 010]. Bei Aetzung mit rauchender Salpetersäure in oder nahe bei der Zone [102 . 111]. Bei Aetzung mit verdünnter Salpetersäure sind diese Nebenätzflächen sehr wenig gegen die geätzte geneigt.

### 3. Oktaëderfläche 111.

Die Oktaëderfläche zeigt bei Aetzung mit Säuren die undeutlichsten Erscheinungen. Stets wird dieselbe viel matter als 001 und  $\pi(102)$ . Sie verhält sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Fläche  $\kappa(1\bar{1}1)$  der Zinkblende und wie die Fläche (001) bei Bleiglanz und Magnetit.

Die mikroskopische Untersuchung der Gelatineabdrücke lässt in den meisten Fällen zweierlei Figuren erkennen.

1. Tiefere, im Umriss dreiseitige Grübchen von ziemlich beträchtlicher Grösse, welche bald in grosser Menge, bald sparsam auftreten, auch auf derselben Fläche stellenweise reichlich vorhanden sind, an anderen Stellen gänzlich fehlen. Wie ein genauer Vergleich von Abdrücken, welche vor der Aetzung genommen waren, lehrt,

entstehen sie stets an solchen Stellen, wo schon vor der Ätzung eine Unterbrechung der Fläche zu erkennen war.

Bisweilen sind diese Grübchen so zahlreich, dass sie das Auftreten von Reflexen in der Richtung der Würfel- und Pyritoëderflächen veranlassen. Als Combination dieser Formen lassen sich auch die oft recht verzerrten Formen dieser Grübchen leicht deuten (vergl. Taf. II, Fig. 16).

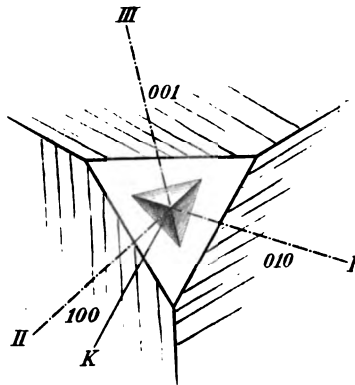
2. Die wichtigere Form der Ätzfiguren sind sehr kleine dreiseitige Ätzhügel. Dieselben treten in grosser Menge ganz dicht gedrängt auf, bisweilen in solcher Anordnung, dass zwischen den Ätzhügeln ziemlich ebenso regelmässige Vertiefungen bleiben, so dass man schwanken kann, ob die Figuren als Ätzhügel oder Ätzgrübchen aufzufassen sind.

#### a) Salpeter-Salzsäure.

Diese kleinen Ätzhügel entstehen nur bei Anwendung von Salpeter-Salzsäure in genügender Deutlichkeit um eine genauere Bestimmung zu erlauben.

Die Seitenflächen der kleinen dreiseitigen Pyramiden entsprechen beiläufig den Flächen von  $\pi(102)$ . Dann sollten die Polkanten derselben (nur diese lassen sich mit genügender Schärfe beobachten) den Oktaëderkanten oder den Combinationskanten (111). (001) parallel sein. In der Regel ist dies nicht genau der Fall, sondern sie weichen bei normaler Aufstellung des Krystalles auf der Fläche 111 im Uhrzeigersinn von der geforderten Lage ab. Die betreffenden Flächen liegen daher nicht genau in der Zone  $[111.102]$ , sondern in Zonenverband mit 111 und einer zwischen 102 und 001 liegende Fläche. (Vergl. Fig. b.)

Eine genauere Messung dieses Winkels ist wegen der ausser ordentlichen Kleinheit der Ätzhügel unmöglich. Doch lässt er sich mit Schimmermessungen bestimmen. Die Oktaëderfläche schimmert in drei um  $120^\circ$  verschiedenen Stellungen. Nach der auf pag. 246





auseinandergesetzten Methode wurde der Winkel zwischen einer unter dem Mikroskop eingestellten Kante und dem Schimmer-Azimuth bestimmt.

Ein Krystall (I. 180) von der Form (100)(111), dessen Lichtbild von 001 pag. 250 beschrieben ist, ergab folgende Winkel zwischen der Kante 111.001 und den drei Schimmerstellungen. (Es wurde nur eine Kante unter dem Mikroskop eingestellt und für die Schimmerstellungen II und III die Differenzen zu den um  $120^\circ$  vermehrten, beziehentlich verminderten Ablesungen, genommen. Winkel im Uhrzeigersinn sind mit + bezeichnet.)

$$\begin{array}{rcl} K & I = & + 15^\circ \\ & II = & 14.6 \\ & III = & 14.8 \\ & & \hline & & + 14.8^\circ \end{array}$$

Würden die Flächen in der Zone [111.102] liegen, so müsste  $0^\circ$  herauskommen. Aus der Position der  $\pi$ -Reflexe auf der Würfel- fläche berechnet sich der Winkel zu  $14^\circ 8'$ . Es stimmt somit die thatsächliche Lage der  $\pi$ -Flächen auf der Würfel- fläche mit dem Schimmer auf der Oktaëderfläche.

Ein ähnlicher Krystall (I. 184) gab nach 1 Minute Aetzdauer in Salpeter-Salzsäure folgende Winkel:

$$\begin{array}{rcl} K & I = & + 10.8^\circ \\ & II = & 7.2 \\ & III = & 8.5 \\ & & \hline & & + 8.8^\circ \end{array}$$

Ein dritter Krystall (I. 183), fast reines 111 mit kleinen Flächen von  $\pi(102)$  zeigte den Schimmer fast genau in der Diagonalzone.

$$\begin{array}{rcl} K & I = & 0.0^\circ \\ & II = & - 0.3 \\ & III = & + 2.8 \\ & & \hline & & + 0.8^\circ \end{array}$$

Dieser Krystall lieferte auch, wenngleich sehr verschwommene Reflexe, welche mit dem Centralreflex folgende Winkel einschlossen.

$$\begin{array}{rcl} o\pi_1 & = & 30^\circ 22' \\ o\pi_2 & = & 31^\circ 50' \\ o\pi_3 & = & 32^\circ 38' \\ \text{Mittel} & & \hline & & 31^\circ 37' \end{array}$$

Hieraus ergibt sich unter Vernachlässigung der Abweichung von der ersten Diagonalzone die Position für  $\pi = (570.140) (42)$ .

Ein Krystall (II. 247) der Combination  $\pi(102)(111)$  lieferte folgende Schimmerwinkel. — Es wurde auf die Combinationskante  $[111.102]$  eingestellt.

$$K \quad I = -20.4^{\circ}$$

$$II = -21.7$$

$$III = -21.7$$

$$\text{Mittel} \quad \underline{-21.3^{\circ}}$$

Dies gibt für die Abweichung von der ersten Diagonalzone  $+8.7^{\circ}$ .

Man kann sich hier deutlich überzeugen, dass der Schimmer auf der Oktaëderfläche mit dem  $\pi$ -Reflexe der benachbarten Pyritöderfläche zusammenfällt.

#### b) Salpetersäure.

Bei Aetzung mit reiner Salpetersäure ist die Ausscheidung von Schwefel sehr hinderlich, welche eintritt, wenn verdünnte Säure in Anwendung kommt. Bei Anwendung concentrirter Säure ist es erforderlich, die Aetzdauer sehr abzukürzen. Schon nach einigen Secunden erhält sonst die Fläche ein geflossenes Aussehen.

Nach momentaner Aetzung findet man ziemlich flache dreiseitige Grübchen, welche jedoch nur stellenweise deutlich sind und gegen die Aetzhügel um  $180^{\circ}$  verwendet erscheinen (vergl. Taf. II, Fig. 16). Sie werden also von ähnlichen Flächen begrenzt, wie die Aetzhügel, nur liegen sie den Oktaëderflächen viel näher.

Dazwischen treten wiederum die tieferen von (001) und  $\pi(102)$  gebildeten Aetzgrübchen auf (Fig. 16 oben).

Das Lichtbild einer solchen Fläche besteht aus 6 entfernten Reflexen, welche von den tieferen Grübchen herrühren, und aus drei sehr verwaschenen breiten Reflexen, welche fast den ganzen Raum zwischen den Zonen  $[111.102]$  und  $[111.001]$  ausfüllen und mit dem Centralreflex einen Winkel von circa  $10^{\circ}$  einschliessen. Mit ranchender Salpetersäure geätzte Oktaëderflächen zeigen ähnliche Erscheinungen. (Vergl. Fig. 17.)

Für die Oktaëderfläche ist vor allem charakteristisch das matte Aussehen nach der Aetzung und das Vorkommen von Aetzhügeln. Sie verräth sich dadurch als eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche.

Bezüglich der Lage der Aetzflächen ist hervorzuheben, dass sich in vielen Fällen ganz unzweifelhaft ergibt, dass die Aetzflächen, welche die Aetzhügel der Oktaëderfläche begrenzen, dieselbe Lage haben, wie gewisse Aetzflächen auf der Würfel- und Pyritoëderfläche. Es sind wesentlich dieselben Flächen, welche die Aetzfiguren auf allen Krystallflächen begrenzen.

Allerdings ist dies mit Schärfe nur bei jenen Aetzhügeln richtig, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Bei Aetzung mit Salpetersäure entstehen auf der Oktaëderfläche sehr flache, von Vicinalflächen der Oktaëderfläche begrenzte Grübchen. Sie verrathen nur durch das Azimut, in dem sie auftreten, die eigentlichen Aetzflächen, welche bei dieser Art von Aetzung gewissermassen verborgen bleiben.

Etwas Eigenthümliches sind die grossen tiefen Aetzgrübchen der Oktaëderfläche, welche von Würfel- und Pyritoëderflächen begrenzt werden. Sie sind stets nur dort zu finden, wo schon die ungeätzte Oktaëderfläche kleine Vertiefungen besitzt, die oft schon von denselben Krystallflächen eingeschlossen sind. Auf das häufige Auftreten derartiger regelmässiger Lücken hat schon G. Rose aufmerksam gemacht. Dieselben werden bei der Aetzung lediglich erweitert. Solche „Lückenfiguren“ habe ich früher von der Zinkblende von Rodna beschrieben. Sie können offenbar über die Molekularstructur weit weniger belehren als die eigentlichen Aetzfiguren, obzwar eine scharfe Grenze zwischen beiden kaum zu ziehen ist.

#### 4. Dodekaëderfläche 101.

Diese Fläche wurde nur als künstliche Schlißfläche untersucht. Die Aetzfiguren haben die Gestalt von Aetzhügeln. Ihre Form zeigt Fig. 18, Taf. II. Häufig sieht man dieselben zu parallelen Kämme vereinigt (Fig. 18 *b*), die flachen etwas gestreiften Seitenflächen entsprechen der Fläche  $\pi(102)$ . Wo die Aetzhügel isolirt stehen, treten anstatt einer Fläche zwei in einer Mediankante sich schneidende Flächen auf, entsprechend den  $\pi$ -Flächen auf  $\pi(102)$  und 001. Die steilen Seiten der Kämme erscheinen rau, mit feinen Spitzen besetzt; bei den isolirten Aetzhügeln Fig. 18 *a* treten steilere Flächen auf, welche ungefähr den Flächen  $\pi(210)$  und  $\pi(2\bar{1}0)$  entsprechen.

Es wurden einige Schimmermessungen an einem Krystall von Traversella angestellt, welcher behufs Messung der Dickenabnahme fünf Minuten in Salpeter-Salzsäure geätzt worden war. Dieselben ergaben entsprechend den flacheren Flächen (*I*) und den steileren (*II*) folgende Schimmerwinkel

$$\begin{aligned} I &= +105.7^\circ \\ II &= -100.5^\circ \end{aligned}$$

Für die Flächen 214, denen die Aetzflächen auf 001 und  $\pi(102)$  häufig nahe kommen, berechnen sich diese Werthe zu  $+113^\circ 34'$  und  $-107^\circ 56'$ .

Bemerkenswerth ist die Aehnlichkeit dieser Aetzhügel mit jenen, welche Salzsäure auf 101 der Zinkblende hervorbringt; nur erscheinen sie in einer um  $90^\circ$  verwendeten Stellung.

#### 5. Pentagon-Dodekaëder $\pi(201)$ .

Das negative Pentagon-Dodekaëder wurde ebenfalls nur gelegentlich an einer angeschliffenen Fläche untersucht. Auch hier zeigen sich deutliche Aetzhügel, welche aber auf der Fläche 201 ihre Steilseite nach aufwärts, ihre flachere Seite nach abwärts kehren. Auch hier ist die Form offenbar stark secundär modificirt; die Schimmermessungen lassen sich annähernd für Aetzflächen von der Lage von  $\pi(214)$  berechnen.

Bezeichnet man wieder die nach aufwärts gewendeten Flächen mit *I*, die nach abwärts gewendeten mit *II*, so sind die Winkel zwischen je zwei Schimmerstellungen rechts und links:

$$\begin{aligned} I &= +52.7^\circ \\ II &= -160.0^\circ \end{aligned}$$

während den Flächen  $\pi(214)$  entsprechen würde  $+53^\circ 58'$  und  $-147^\circ 33'$ .

Bei Aetzung des Pyrit mit Säuren tritt das Zonenstück [ $\pi(102) \cdot 001 \cdot \pi(\bar{1}02)$ ] unverkennbar als Aetzzone hervor. Die in diesem Zonenstück liegenden Flächen (001) und  $\pi(102)$  treten in Gegensatz zu allen anderen Flächen: (111), (101),  $\pi(201)$ .

Es lässt sich aber nicht leugnen, dass beim Pyrit mit der Angabe dieser Zone als Aetzzone die Erscheinungen beim Aetzen nicht erschöpfend charakterisirt sind. Es muss vielmehr anerkannt

werden, dass ausser den Flächen der Aetzzone noch andere Flächen als Aetzflächen eine wichtige Rolle spielen.

Diese Nebenätzflächen liegen nie sehr weit von  $\pi(102)$  und nähern sich den einfachsten durch diese Fläche gelegten Zonen, namentlich der Zone  $[102.010]$ , welcher unter anderen die Form  $\pi(214)$  angehört, anderseits der Zone  $[102.111]$ , in welcher  $\pi(213)$  liegt.

Dadurch unterscheidet sich der Pyrit nicht unwesentlich von den bisher von mir untersuchten tesserale Mineralen.

Dieser Unterschied wird noch klarer beleuchtet durch die Ergebnisse der Aetzung mit Alkalien, welche im zweiten Abschnitt beschrieben werden.

## II. Aetzung mit Alkalien.

Bei der Aetzung mit geschmolzenem Aetzkali oder Aetznatron kehren sich die Verhältnisse so vollständig um, dass die Darstellung der Resultate in einer anderen Reihenfolge erforderlich ist.

Während bei Aetzung mit Säuren Würfel- und Pyritoöderflächen ihren Glanz behalten, die Oktaöderflächen dagegen matt werden, sind die letzteren nach der Aetzung mit Alkalien entschieden glänzender, und auf diesen treten die schärfsten Aetzgrübchen auf. Die Darstellung beginnt daher mit der

### 1. Oktaöderfläche 111.

Die Gestalt der Aetzfiguren ist ein gleichseitiges Dreieck. Die Orientirung ist auf den ersten Blick dieselbe wie bei der Säurefigur des Bleiglanzes.

Das Lichtbild zeigt einen deutlichen Centralreflex und drei Strahlen, welche anscheinend der Triakisoktaöderzone entsprechen. Justirt man indessen die Centralreflexe zweier benachbarter Oktaöderflächen z. B. 111 und  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ , so fallen die Strahlen nicht genau in die eingestellte Zone, sondern zeigen eine Abweichung nach unten, daher liegen die Aetzflächen nicht genau in der Zone der Triakisoktaöder, sondern etwas ausserhalb in dem Krystallraum  $111.101$   $\pi(102)$ .

Diese Abweichung wurde nach der auf pag. 243 angegebenen Methode bestimmt. Zuerst wurde der Strahl der Aetzfigur  $z$  justirt,

und die Entfernung der Culmination desselben vom Centralreflex gemessen, dann wurde die Zone  $[111.1\bar{1}1]$  justirt und beobachtet, welches  $\delta$  der Culmination entsprach. Hieraus ergab sich die Winkelabweichung ( $\alpha$ ) des Strahles von der primären Zone. Die Abweichung konnte ferner auch durch Schimmermessung und durch Messung des Winkels, welchen die Aetzfiguren mit den Krystallkanten bilden, bestimmt werden.

An einem Krystall (I. 232) von der Form  $(001).(111)$ , welcher 45 Minuten in  $NaOH$  geätzt worden, und dessen Lichtbild in Fig. 20, Taf. III dargestellt ist, wurden folgende Messungen angestellt:

$$\begin{array}{rcl} \alpha z_1 & = & 12^\circ 59' \quad \delta = 1^\circ 7.2' \\ z_2 & = & 12^\circ 9' \\ z_3 & = & 12^\circ 1' \\ \hline \text{Mittel} & = & 12^\circ 2.3' \end{array}$$

Hieraus  $\alpha = 3^\circ 41'$  und  $z = (970.589) \dots (43)$ .

Dieselbe Oktaëderfläche wurde zu Schimmermessungen benützt. Zur Einstellung ( $K$ ) diente die Combinationskante  $[111.001]$ . Die Schimmerstellungen *I*, *II*, *III* ergaben folgende Winkel

$$\begin{array}{rcl} K \text{ I} & 33.7^\circ \\ & II \quad 34.1^\circ \\ & III \quad 33.2^\circ \end{array}$$

Lägen die Aetzflächen in den Triakisoktaëderzonen, so müsste dieser Winkel  $30^\circ$  betragen. Der Ueberschuss über  $30^\circ$  entspricht der oben goniometrisch bestimmten Abweichung  $\alpha$ . Das Mittel  $3^\circ 6'$  weicht nur wenig von dem oben gefundenen Werth von  $\alpha$  ab.

Endlich wurde derselbe Winkel noch an Gelatineabdrücken unter dem Mikroskop gemessen.

Unter dem Mikroskop wurden zuerst bei starker Vergrößerung die Seitenkanten einer besonders scharfen Aetzfigur gemessen, dann ohne die Stellung des Präparates auf dem drehbaren Objecttisch zu ändern, ein schwaches Objectiv eingeschaltet und die Kante  $001.111$ , welche am Präparat gut zu erkennen war, eingestellt. Für die Abweichung  $\alpha$  wurde so gefunden:

$$\begin{array}{rcl} I & = & 4.4^\circ \\ II & = & 3.1^\circ \\ III & = & 4.3^\circ \\ \hline \text{Mittel} & = & 3.8^\circ \end{array}$$

Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass auch der Sinn dieser Abweichung, mit Hilfe der deutlichen Streifung der Flächen (001) nach  $\pi(102)$  stets constatirt und auf der Fläche (111) immer im Sinne der Uhrzeigerdrehung gefunden wurde.

Mit schmelzendem Aetzkali behandelte Krystalle zeigten ganz ähnliche Verhältnisse, nur waren die Culminationen in den  $z$ -Reflexen minder ausgeprägt, bisweilen auch gegliedert.

Ein Krystall (I. 180 b), Combination (001)(111), wurde 10 Minuten in Aetzkali geätzt.

Das Lichtbild zeigte folgende Abmessungen auf zwei verschiedenen Oktaëderflächen für den Winkel  $oz$ :

	1. Oktaëderfläche	2. Oktaëderfläche
I. Strahl . . .	9° 0'	10° 2'
II. " . . .	8° 32'	9° 19'
III. " . . .	8° 46'	10° 45'
Mittel . . .	8° 46'	10° 2'

Bei der geringen Ausprägung der Culminationen war es nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, in welchem Abstände von der Mitte bei Einstellung der Zone  $[111. \bar{1}\bar{1}1]$  die hellste Stelle des Reflexes  $z$  den Verticalfaden passirte.

Daher wurde dem Strahl ein bestimmtes  $\delta$  ertheilt und dann der zugehörige Bogen  $\varepsilon$  gemessen, der den Centralreflex bis zur Mitte zurückführte. Bei einer Abweichung  $\delta = 1^\circ 7' 2''$  war  $\varepsilon = 11^\circ 31'$ . Hieraus berechnet sich  $\alpha$  zu  $3^\circ 58'$ . Aus diesem Werth und den oben angeführten Messungen des Winkels  $oz$  ergibt sich dann die Position der Reflexe  $z$  für die:

$$1. \text{ Oktaëderfläche } z = (977.697) \dots (44).$$

$$2. \text{ " } z = (974.658) \dots (45).$$

Den Winkel  $z$  ergaben zur Controle angestellte Schimmermessungen  $= 3.1^\circ$ , die Messung der Aetzfiguren unter dem Mikroskop  $= 4.1^\circ$ .

Ein ähnlicher Krystall (I. 186), welcher 15 Minuten geätzt worden war, ergab den Winkel  $oz$ :

I. Strahl $oz =$	7° 17'
II.	7° 19'
III.	7° 23'
Mittel $=$	7° 20'

Die Bestimmung von  $\alpha$  ergibt sich aus folgenden Daten: Für  $\delta = 1^\circ 7' 2''$  war  $\varepsilon = 10^\circ 29'$ . Hieraus  $\alpha = 4^\circ 21'$ . Schimmerbeobachtungen gaben  $3' 8''$ .

Aus  $oz$  und  $\alpha$  folgt die Position der Aetzflächen:

$$z = (978.742) \dots \dots \dots (46).$$

Ein Krystallfragment (II. 247) mit stark vertical gestreiften Flächen von  $\pi(102)$  und glattem (111) wurde durch 35 Minuten der Einwirkung von schmelzendem Aetzkali ausgesetzt. Das Lichtbild der Oktaëderfläche zeigt Fig. 22, Taf. III.

Die Abweichung  $\alpha$  der Hauptstrahlen von der primären Zone wurde bestimmt zu  $4^\circ 29'$ .

Die Strahlen zeigen gegliederte Reflexe. Die zwei stärksten Culminationen  $z_1$  und  $z_2$  wurden gemessen. Es fand sich im

I. Strahl	$oz_1 = 6^\circ 7'$	$oz_2 = 9^\circ 59'$
II.     "	$6^\circ 17'$	$10^\circ 30'$
III.    "	$6^\circ 30'$	$10^\circ 11'$
Mittel	$oz_1 = 6^\circ 18'$	$oz_2 = 10^\circ 11'$

Ausserdem zeigte Strahl I noch kräftige Culminationen in  $oz = 7^\circ 35'$  und  $14^\circ 3'$ . Erstere war sogar kräftiger als die mit  $z_1$  bezeichnete. Legt man der Rechnung die Mittelwerthe zu Grunde, so ergeben sich die Positionen

$$z_1 = (980.776) \dots \dots \dots (47).$$

$$z_2 = (953.653) \dots \dots \dots (48).$$

Ausser diesen Strahlen treten hier noch helle, wiewohl etwas verwaschene Reflexe hervor, die mit  $w$  bezeichnet sind. Angedeutet sind dieselben schon in der Fig. 20b in den Brücken, welche die Hauptstrahlen miteinander verbinden. Dieselben lassen nämlich an einer Stelle, welche ungefähr der Stelle der  $w$ -Reflexe in Fig. 22 entspricht, eine etwas grössere Helligkeit erkennen. Zur Bestimmung dieser Reflexe wurde bei Justirung der Zone  $[111.1\bar{1}1]$  ihr scheinbarer Abstand  $\delta$  von der eingestellten Zone und ausserdem der Winkel  $\varepsilon$  zwischen dem Centralreflex und der Einstellung eines jeden  $w$ -Reflexes auf den Verticalfaden gemessen:

$w_1$	$\delta = 57' 1''$	$\varepsilon = 1^\circ 22' 7''$
$w_2$	$2^\circ 6'$	$8' 5''$
$w_3$	$1^\circ 7' 2''$	$1^\circ 9' 5''$



Aus diesen Messungen erhält man die Winkel  $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$  zwischen den durch  $w_1 w_2 w_3$  gelegten Zonen und der Zone  $[111. \bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ :

$$\alpha_1 = 26^\circ 39' \quad \alpha_2 = 87^\circ 31' \quad \alpha_3 = 34^\circ 52'.$$

Die Abweichung  $\alpha_1$  erfolgt im entgegengesetzten Sinne wie die Abweichung  $\alpha$  der  $z$ -Reflexe. Bezieht man auch  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  auf die zunächst liegende Triakisoktaëderzone, so erhält man:

$$\alpha_1 = 26^\circ 39'$$

$$\alpha_2 = 27^\circ 32'$$

$$\alpha_3 = 25^\circ 8'$$

$$\text{Mittel} = 26^\circ 26'$$

Es liegen also diese Reflexe  $w$  in Zonen, die angenähert senkrecht stehen auf den Triakisoktaëderzonen und fast genau senkrecht auf der Zone, in welcher thatsächlich die  $z$ -Reflexe liegen.

Aus den oben mitgetheilten Messungen ergibt sich weiter der Winkel  $wz$ :

$$w_1 z = 1^\circ 30'$$

$$w_2 z = 1^\circ 29'$$

$$w_3 z = 1^\circ 23'$$

$$\text{Mittel} = 1^\circ 27'$$

Hieraus und aus dem oben berechneten Azimut ergibt sich die Position der  $w$ -Reflexe  $= (940.973) \dots \dots \dots (49)$ .

Dieselben liegen also in negativen Krystallräumen der pyritödrischen Hemiëdrie, während sonst die Aetzflächen durchwegs in den positiven Krystallräumen liegen, aber in unmittelbarer Nachbarschaft der Oktaëderfläche.

Kurz zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse alkalischer Aetzung auf der Oktaëderfläche folgendermassen wiedergeben:

1. Auf der Oktaëderfläche entstehen bei Aetzung mit Alkalien vertiefte Aetzgrübchen von gleichseitig dreiseitiger Form.

2. Die Oktaëderflächen behalten bei der Aetzung ihren Glanz. die Lichtfigur hat einen Centralreflex. Sie verhält sich in dieser Beziehung so wie die Flächen einer Aetzzone. Aber

3. die Aetzflächen liegen in keiner primären Zone, sondern mit einer ziemlich constanten Abweichung in einer Zone, welche mit der Triakisoktaëderzone einen Winkel von  $3-4^\circ$  macht.

4. Die Abweichung findet in dem Sinne statt, dass die Aetzflächen  $z$  in die positiven Krystallräume fallen, in denen die Flächen von  $\pi(102)$  liegen.

## 2. Pyritoöderfläche $\pi(102)$ .

Zur Untersuchung dienten hauptsächlich Elbaner Krystalle mit deutlicher Streifung senkrecht zur Grundkante.

Bemerkenswerth ist namentlich das gleichzeitige Auftreten von Aetzgrübchen und Aetzhügeln. Bei Anwendung von Aetzkali herrschen die ersteren vor.

Wenn man die Einwirkung nach kurzer Zeit (etwa fünf Minuten) unterbricht, so bemerkt man, dass die Streifung senkrecht zur Grundkante viel stärker geworden ist. Am Gelatineabguss erkennt man lang gestreckte Aetzgrübchen, Taf. III, Fig. 23. Durch die dichte Aneinanderreihung derselben entsteht der Eindruck der erwähnten Streifung.

Das entsprechende Lichtbild zeigt Fig. 24. Man erkennt einen flachen Bogen, welcher fast dem Bogen  $\varphi$  im Säure-Lichtbild ähnlich, aber entgegengesetzt gekrümmt ist. Am Ende treten zwei Culminationen auf, welche von der Zone  $[102.010]$  gegen die Oktaöderfläche hin abweichen. Am Krystall II. 216 ergaben die Messungen:

$$\begin{aligned} p\pi_1 &= 22^\circ 77' \\ p\pi_2 &= 21^\circ 27' \\ \text{Mittel} &= 22^\circ 7' \end{aligned}$$

Zur Bestimmung des Azimutes, in welchem diese Culminationen vorkamen, wurde die Zone  $[\pi_1 \pi_2]$  eingestellt und die Abweichung des Centralreflexes  $p$  von dieser Zone  $\delta$  beobachtet; sie ergab  $\delta = 3^\circ 55' 2''$ . Hieraus berechnet sich die Position der Aetzflächen

$$\pi = (562.462) \dots \dots \dots (50).$$

Der entsprechende Schimmerwinkel wurde berechnet zu  $166^\circ 18'$ , gemessen  $174^\circ$ . Die Aetzgrübchen sind daher auch nicht von parallelen, sondern nach abwärts etwas divergirenden Seiten eingefasst.

Bei länger dauernder Aetzung werden die Aetzfiguren grösser, der Winkel am Scheitel wird stumpfer, die Schenkel des Dreieckes bilden dabei eine unter stumpfem Winkel gebrochene Linie, so dass die Figur eigentlich fünfeckig wird (Fig. 25). Der Umriss der Figur ist ähnlich der Figur, welche rauchende Salpetersäure erzeugt (Fig. 12, Taf. II). Allein in der Lage der Flächen besteht ein wichtiger Unterschied. Die untere unpaare Fläche ist hier sehr flach, gewölbt, mit parasitischen Aetzhügeln bedeckt, sie hat alle Eigenthümlichkeiten, die auch für die mit  $\varphi$  bezeichnete Fläche der Salpeter-Salzsäure-Figur hervorgehoben wurden und zur Bezeichnung „falsche Aetz-

fläche“ Anlass gaben. Die entsprechende Fläche der durch rauchende Salpetersäure hervorgerufenen Figur ist steil, glatt und eben. Umgekehrt sind die paarigen Seitenflächen bei der Kalifigur steiler geneigt als bei der Säurefigur. Daher hat diese ihre tiefste Stelle nahe dem unteren Rande, die andere fast in der Mitte. Häufig sieht man an den Gelatineabdrücken einen zapfenartigen Fortsatz, der wohl als Abguss eines in die Tiefe sich fortsetzenden Kanales anzusehen ist.

Ein gutes messbares Lichtbild erhielt ich von den Pyritoëderflächen des Krystalles (II. 247), dessen Oktaëderflächen pag. 275 geschildert wurden. Abgesehen von dem Centralreflex, der von einem verwaschenen, nach oben offenen Lichtbogen — der „falschen“ Aetzfläche entsprechend — umgeben ist, besteht dasselbe aus vier Reflexen, welche, wie die Messung ergab, den Reflexen  $w$  und  $z$ , der Lichtfigur des Oktaëders entsprechen. Vergl. Fig. 26, Taf. III.

Es wurde zunächst die durch beide  $w$ -Reflexe gehende Zone eingestellt, wobei die  $o$ -Flächen des Krystalles durch geeignete Schirme von schwarzem Papier abgeblendet waren. Es wurde der Winkel  $w w_1$  gemessen und dann nach Entfernung des Schirmes die Entfernung  $\delta$  vom Mittelpunkt des Fadenkreuzes bestimmt, in welcher die Bilder der  $o$ -Flächen den Verticalfaden passirten. Hieraus ergab sich der Winkel, welchen die justirte Zone mit der Zone durch  $11\bar{1}$  und  $\bar{1}\bar{1}1$  auf  $010$  einschliesst, dessen Kenntniss mit dem Winkel  $w w_1$  zur Berechnung der Position von  $w$  genügt. Ebenso wurde mit den  $z$ -Reflexen verfahren.

$$w w_1 = 69^\circ 42' \quad \delta = 2^\circ 35' 4'' \quad w = (925.948) \quad . \quad (51).$$

$$z z_1 = 50^\circ 54' \quad \delta = 1^\circ 24' \quad z = (959.659) \quad . \quad (52).$$

Wie ein Vergleich mit den Zahlen ergibt, welche den bezüglichen Reflexen auf  $o$  entsprechen, kommen die Aetzflächen auf  $p$  jenen auf  $o$  sehr nahe. Noch deutlicher wird dies durch eine Projection.

Zur Controle wurden bei entsprechender Incidenz Schimmermessungen ausgeführt. Dieselben ergaben den Schimmerwinkel für

$$w \text{ gemessen } 136^\circ \quad \text{berechnet } 136^\circ 21'$$

$$z \text{ gemessen } 115^\circ 5' \quad \text{berechnet } 116^\circ 13'$$

Aehnliche Schimmermessungen ergaben auch andere Krystalle, z. B. II. 217:

$$w \quad 132^\circ$$

$$z \quad 112^\circ$$

Neben den Aetzgrübchen entstehen bei lange andauernder Aetzung auch Aetzhügel, welche sogar bei manchen Krystallen später überwiegen. Ihre Gestalt gleicht ganz denen, welche Natron hervorbringt.

Bei den Aetzversuchen mit Aetz n a t r o n wurden vorherrschend Aetzhügel erhalten. Ihre Form zeigt Figur 27 a. Der kürzere, steilere Abfall ist nach aufwärts, der längere flachere nach abwärts gerichtet. Für die Flächen des letzteren zeigen die Messungen, dass sie den Oktaëderflächen nahe liegen; für die steileren konnten weder Goniometer- noch Schimmermessungen angestellt werden. Doch ist es wahrscheinlich, dass auch diese steileren Flächen den entfernteren Oktaëderflächen nahe liegen.

Die lange Mittelkante des vorderen Abfalles ist oft durch gestreifte Flächen zugeschärft, welche der Zone der Triakisoktaëder nahe kommen.

Neben diesen Aetzhügeln treten gleichzeitig Aetzgrübchen auf. Sie sind dreiseitig, mit aufwärts gewendeter Spitze (Fig. 27 b). Von den Aetzkali-Figuren unterscheiden sie sich durch den stumpferen Winkel am Scheitel, der sich einem rechten nähert. Die steileren Seitenflächen haben ähnliche Lage wie die Flächen, welche die Mittelkante der Aetzhügel zuspitzen. Die untere, unpaare, sehr flach geneigte Fläche hat wiederum den Charakter einer falschen Aetzfläche. Wo solche Aetzgrübchen sehr flach werden und eng gedrängt stehen, veranlassen die beiden, sich nahezu rechtwinkelig schneidenden Seitenkanten eine diagonale Gitterung der Pyritoëderfläche.

Den geschilderten Verhältnissen entspricht das Lichtbild Fig. 28. Dasselbe ist so gezeichnet, wie es an einem vollständigen Pyritoëder gesehen wird. Zu den *o*-Reflexen tragen drei in einer oktaëdrischen Ecke zusammenstossende Pyritoëderflächen bei. Daher bestehen dieselben aus drei verschwommenen Reflexen; jeder derselben gehört zu einer der drei benachbarten Pyritoëderflächen. Wegen der Kleinheit des geätzten Krystalles war es unthunlich, die Position dieser Reflexe gesondert zu bestimmen. Es wurde vielmehr auf die Mitte der ganzen Gruppe justirt, welche der Position 111 mit grosser Annäherung entsprach.

Die mit *z* bezeichneten Reflexe, welche den Zuspitzungen der Mittelkante der Aetzhügel und den Seitenflächen der Aetzgrübchen entsprachen, besaßen wieder die bekannte Abweichung von der Triakisoktaëderzone.

Im Centraltheil des Lichtbildes ist ausser dem Centralreflex, welcher der Position 102 entspricht, noch ein Nebenreflex  $\psi$  deutlich zu erkennen, welcher der „falschen“ Aetzfläche der Aetzfigur entspricht. Die Analogie mit dem ähnlichen  $\varphi$ -Reflex bei Säureätzung wird noch dadurch gesteigert, dass sich auch dieser  $\psi$ -Reflex in einen Lichtbogen fortsetzt, welcher entgegengesetzt liegt, wie der  $\varphi$ -Bogen; er erscheint hier viel markirter, als bei Aetzung mit Aetzkali, auch ist er merklich schärfer gekrümmt.

Zur Bestimmung des Reflexes  $\psi$  wurden die Winkel zwischen analogen Reflexen der Flächen 102 und  $\bar{1}02$  gemessen (II. 218).

Es ergab sich

$$\psi\psi' = 48^\circ 23' \quad \psi = (449.0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53).$$

Bei Einstellung der Mitte der  $\sigma$ -Reflexe wurde erhalten:

$$\sigma\sigma' = 70^\circ 33'$$

$$zz' = 38^\circ 12'$$

$$\sigma z' = 16^\circ 0'$$

Dem Reflexe  $z$  entsprach ein Abstand von der eingestellten Zone  $\delta = 1^\circ 24'$ . Aus diesen Angaben folgt für die Position:

$$z = (964.483) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (54).$$

Dieser Position entspricht der Schimmerwinkel  $98^\circ 39'$ , gemessen wurde  $99^\circ$ .

Der Oktaëderfläche würde entsprechen ein Schimmerwinkel von  $131^\circ 49'$ ; gemessen wurde  $133.3^\circ$ . Die Differenz liegt in gleichem Sinne, wie sie zu erwarten war, wenn die Aetzflächen hier eine ähnliche Lage haben, wie  $w$  in dem mit Aetzkali geätzten Krystall II. 247. Diese Schimmermessungen wurden bei einem Incidenzwinkel von  $\alpha = 39.5$ , beziehentlich  $26.5^\circ$ , ausgeführt. Bei einem Incidenzwinkel von  $\alpha = 15^\circ$  beobachtet man ebenfalls in 2 Stellungen Schimmer, welche den Schimmerwinkel  $92.9^\circ$  geben. Bei dieser Stellung schimmern jene Flächenelemente, welche im Lichtbild den Enden des Lichtbogens entsprechen, und welche die nahezu rechtwinkelige Streifung hervorbringen.

Die Hauptresultate der auf  $\pi(102)$  bezüglichen Untersuchungen sind:

1. Auf  $\pi(102)$  entstehen bei Aetzung mit Alkalien bald Aetzgrübchen, bald Aetzhügel.

2. Die Gestalt der Aetzgrübchen ist ein gleichschenkliges Dreieck mit aufwärts gerichteter Spitze.

3. Die Basis dieses Dreiecks wird von einer falschen Aetzfläche gebildet.

4. Die Spitze wird von Aetzflächen gebildet, welche mit (111) nahezu zusammenfallen. Daneben treten auch andere Flächen auf, welche den einfachsten durch (102) gelegten Zonen nahe liegen: bei schwacher Aetzung der Zone [102 . 010], bei stärkerer den Zonen [102 . 111], [102 . 323] und [102 . 212].

5. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche und Flächen der Triakisoktaëderzone nahe liegen. Die letzteren haben dieselbe charakteristische Abweichung von der primären Zone, wie die analogen Aetzflächen auf (111).

6. Ein Vergleich mit den Säurefiguren zeigt einen bemerkenswerthen Gegensatz in der Gestalt der Aetzfiguren und des Lichtbildes, welcher sich selbst in untergeordneten Details, z. B. in der Lage der „falschen“ Aetzfläche offenbart. Minder ausgeprägt ist der Gegensatz zu den Figuren der rauchenden Salpetersäure.

### 3. Würfelfläche 001.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit schmelzenden Alkalien tritt zunächst der Umstand bezeichnend hervor, dass die Fläche allen Glanz verliert, was besonders bei Krystallen der Combination (001) . (111) durch den Gegensatz der auch nach dem Aetzen stark glänzenden 111 Flächen sehr auffallend wirkt. Der Reflex der Würfelfläche erhält sich noch eine Zeit lang, nimmt indessen die charakteristische trübrothe Färbung an, welche stets dem Verschwinden voranzugehen pflegt, endlich verschwindet er gänzlich. Dafür beobachtet man deutlichen Schimmer in der Richtung der Oktaëderflächen, nach längerer Aetzung auch in der Richtung eines positiven  $\pi$  ( $h0l$ ).

Ein Krystall (I. 180), dessen Oktaëderfigur früher besprochen wurde (vergl. pag. 274), gab nach einer Aetzdauer von 10 Minuten in Aetzkali ein Lichtbild, bestehend aus 4 Reflexen, welche so lagen, wie die mit  $w$  bezeichneten der Fig. 29. Die Messung ergab

$$\begin{array}{rcl} w_1 w_2 & = & 69^\circ 6' \\ w_3 w_4 & = & 69^\circ 32' \\ \hline & & 69^\circ 16.5' \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} w_1 w_3 & = & 66^\circ 11' \\ w_2 w_4 & = & 67^\circ 19' \\ \hline & & 66^\circ 45' \end{array}$$



$$\begin{array}{lll} h_2 w_1 = 54^\circ 40' & h_2 w_4 = 55^\circ 9' & \text{Mittel } h_2 w_1 = 54^\circ 26' \\ w_1 w_2 = 71^\circ 29' & w_4 w_8 = 71^\circ 20' & w_1 w_2 = 71^\circ 8' \\ h_2' w_2 = 53^\circ 34' & h_2' w_3 = 54^\circ 40' & \\ \delta = 9.5 & \delta = 10 & \delta = 9.75 = 2^\circ 43.8'. \end{array}$$

Hieraus folgt für den Winkel mit der primären Zone auf 010 der Werth  $\alpha = 2^\circ 22'$  und für die Position der  $w$ -Reflexe

$$w = (921.970).$$

Die nicht unbeträchtliche Differenz in den zwei Positionswerthen ist wohl hauptsächlich auf die ungünstige Beschaffenheit der  $w$ -Reflexe zu schieben. Nimmt man aus beiden Bestimmungen das Mittel

$$w = (900.950) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

so ergibt sich durch eine Nebeneinanderstellung der berechneten und beobachteten Werthe folgendes:

Berechnet	Beobachtet
$h_1 w_1 = 56^\circ 52' 30''$	$57^\circ 6'$
$h_2 w_1 = 54^\circ 46' 20''$	$54^\circ 31'$
$w_1 w_4 = 70^\circ 27' 20''$	$71^\circ 25'$
$w_1 w_2 = 66^\circ 15'$	$65^\circ 26'$
$\alpha_1 = 3^\circ 0' 50''$	$2^\circ 22'$
$\alpha_2 = 1^\circ 28' 10''$	$2^\circ 2'$

Zur weiteren Bestätigung wurden die Diagonalzonen der Fläche 001 mit Hilfe der natürlichen Oktaëderflächen justirt und die Winkel zwischen den in diese Zone fallenden Theilen der  $w$ -Reflexe gemessen. Gleichzeitig wurden auch die in diese Zone fallenden Winkel zwischen den verschwommenen Reflexen  $i$  gemessen.

Die Messungen ergaben:

$$\begin{array}{l} w_1 w_3 = 104^\circ 54' \\ w_2 w_4 = 105^\circ 3' \\ \hline \text{Mittel} = 104^\circ 58' \end{array}$$

Entsprechend der Position (921.921).

$$\begin{array}{l} i_1 i_3 = 72^\circ 31' \\ i_2 i_4 = 71^\circ 58' \\ \hline \text{Mittel} = 72^\circ 15' \end{array}$$

Entsprechend der Position

$$i = (516.516) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58).$$



Um schliesslich noch genauere Rechenschaft über die Lage und Gestalt des Reflexbogens zu geben, wurde folgender Weg eingeschlagen:

Zunächst wurde die Zone  $[p_2 \bar{1}\bar{1}1]$  justirt, indem der Aetzreflex  $p_2$  und das scharfe Bild der Krystallfläche  $11\bar{1}$  auf der Rückseite des Krystalls justirt wurde. Bei dieser Justirung wurde der Winkel zwischen  $p_2$  und der genau in die justirte Zone fallenden Stelle des Reflexbogens  $w_3$  gemessen. Sodann wurden dem Bilde von  $11\bar{1}$  bestimmte verschiedene Abweichungen  $\delta$ , und zwar  $\delta = -8$ ,  $\delta = -4$ ,  $\delta = +4$ ,  $\delta = +8$  Theilstriche zu  $16.8'$  Bogenwerth gegeben und jedesmal der Winkel zwischen  $p_2$  und der betreffenden in die Zone fallenden Stelle des Reflexbogens gemessen.

Aus diesen Daten liessen sich die Positionen der eingestellten Theile des Reflexbogens  $w_3$  bestimmen, da der Ausgangspunkt der Messung bestimmt war.

In derselben Weise wurden Messungen von  $p_1$  aus angestellt.

Das Resultat der Messungen ist folgendes:

$\delta = -8$	$p_2 w_3 = 32^\circ 40'$	(939.767)	. . (1)
$\delta = -4$	$p_2 w_3 = 34^\circ 17'$	(944.825)	. . (2)
$\delta = 0$	$p_2 w_3 = 35^\circ 11'$	(934.859)	. . (3)
$\delta = +4$	$p_2 w_3 = 36^\circ 3'$	(921.891)	. . (4)
$\delta = +8$	$p_2 w_3 = 36^\circ 24'$	(897.903)	. . (5)
$\delta = 0$	$p_1 w_3 = 73^\circ 27'$	(896.932)	. . (6)
$\delta = -4$	$p_1 w_3 = 72^\circ 31'$	(887.954)	. . (7)
$\delta = -8$	$p_1 w_3 = 72^\circ 20'$	(842.951)	. . (8)

In der Fig. 30 sind diese Positionen eingetragen. Zum Verständnis derselben diene folgendes:

Die einzelnen Positionen sind zu denken in gnomonischer Projection auf 001, und zwar in ziemlich grossem Maassstabe, nämlich  $r = 100$  Millimeter. Es ist aber nur die um den Projectionspunkt von  $111$  liegende Partie dargestellt, dieser Punkt ist mit  $o$  bezeichnet. In 100 Millimeter Entfernung längs einer Horizontalen läge die Position 101, in gleicher Entfernung aufwärts 011. Die Projection der oben angeführten Positionen erfolgt dann in folgender Weise: Der Fläche  $o = 111$  entsprechen die Coordinaten 1000, 1000: den

anderen Punkten die oben mitgetheilten Zahlen als Zehntel-Millimeter aufgefasst und die erste Zahl auf der verticalen, die zweite auf der horizontalen Linie aufgetragen.

Die Punkte sind mit denselben Ziffern bezeichnet, die in Klammern hinter den Positionen stehen. Mit 9 ist ferner die Position bezeichnet, welche oben aus dem Mittel der Messungen abgeleitet wurde (900.950); mit 10 die Position, welche nach den Messungen auf pag. 283 genau in die Diagonalzone von 001 fällt.

Aus der Projection lässt sich folgendes entnehmen: Die Projectionspunkte liegen in einer stetig gekrümmten Curve. Dass jenseits der Zone [111.001] diese Stetigkeit gestört erscheint, ist eine Folge der Ungenauigkeit der Messung, welche wiederum darin ihren Grund hat, dass dieser Theil des Reflexes *w* zwar der hellere, aber auch der breitere ist, wie dies auch Fig. 29, Taf. III andeutet.

Im Ganzen zeigt diese Curve einen ähnlichen Verlauf und ähnliche Lage wie die Reflexe *w* und *z* auf der mit Kali geätzten Pyritoëderfläche.

Es verlohnte sich wohl kaum, dergleichen sehr zeitraubende und anstrengende Messungen auch bezüglich der anderen 3 *w*-Reflexe durchzuführen; der Anblick des Lichtbildes lehrt schon, dass der Verlauf des Reflexbogens bei allen der gleiche ist.

Es genügt mir, an diesem einen Beispiel gezeigt zu haben, wie auch Reflexbögen, die bei den Lichtbildern geätzter Krystallflächen häufig auftreten, unter gewissen Voraussetzungen der goniometrischen Messung unterzogen werden können.

Bei noch länger dauernder Aetzung wird das Lichtbild noch weiter complicirt, indem zu den vorhandenen Reflexen noch solche hinzutreten, welche den entfernteren Pyritoëderflächen 021 und 0 $\bar{2}$ 1 entsprechen; ferner eine Anzahl von verschwommenen Reflexen, welche zwischen den *o*- und *p*-Reflexen liegen, aber von den durch diese gelegten Zonen merklich nach der einen und anderen Seite ausweichen.

Ein derartiges Lichtbild zeigt die Fig. 31. Der betreffende Krystall (I. 204) war eine Stunde in Aetzkali geätzt worden. Nur die mit *o* und *p* bezeichneten Reflexe konnten der Messung unterzogen werden, da die anderen zu verschwommen und lichtschwach waren.

Es wurde gemessen:

$$o_1 o_2 = 70^\circ 15' \quad \text{Mittel } 70^\circ 23'$$

$$o_2 o_3 = 70^\circ 28'$$

$$o_1 o_3 = 70^\circ 40'$$

$$o_2 o_3 = 70^\circ 9'$$

$$p_1 p_2 = 58^\circ 5'$$

$$p_2 p_3 = 121^\circ 17'$$

$$o_1 p_1 = 38^\circ 5' \quad \text{Mittel } 38^\circ 4'$$

$$o_2 p_1 = 38^\circ 28'$$

$$o_3 p_2 = 38^\circ 8'$$

$$o_1 p_2 = 37^\circ 37'$$

$$o_1 p_3 = 38^\circ 11' \quad \text{Mittel } 38^\circ 15'$$

$$o_1 p_3 = 38^\circ 27'$$

$$o_3 p_1 = 38^\circ 3'$$

$$o_2 p_1 = 38^\circ 19'$$

Die Messungen führen für  $p_1$  auf das Zeichen (553 . 0) (59), für  $p_3$  auf (0 . 1780), oder übertragen in den ersten Krystallraum 001 . 111 . 101 auf das Zeichen (562 . 0) . . . . . (60).

Die beiden Flächen haben also fast ganz gleiche Lage, sie kommen der  $\pi(102)$  sehr nahe, liegen aber wiederum zwischen dieser und der Dodekaëderfläche (101).

Berechnet man die Winkel zwischen  $o$  und  $p$ , wobei für  $o$  die Position 111 angenommen wird, so erhält man

$$o_1 p_1 \text{ berechnet } 38^\circ 16', \text{ gemessen } 38^\circ 4'$$

$$o_1 p_3 \quad \quad \quad \text{,,} \quad 38^\circ 10', \quad \quad \quad \text{,,} \quad 38^\circ 15'.$$

Die Differenzen sind gering und liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Die Formverhältnisse der Aetzfiguren sind ziemlich schwierig zu ermitteln, da die entstehenden Aetzfiguren meist klein, von sehr steilen Flächen begrenzt und sehr dicht gedrängt sind. Stets haben die entstehenden Aetzfiguren den Charakter von Aetzhügeln. Aetzgrübchen wurden nie beobachtet.

Nach kurz dauernder Aetzung beobachtet man kleine vierseitige Aetzhügel von der Form Fig. 32. Dieselben ähneln sehr den Aetzhügeln, welche bei Salzsäureätzung auf den Würfelflächen des

Bleiglanz entstehen. In diesem Stadium ist die Disymmetrie, welche von der pyritoëdrischen Hemiëdrie verlangt wird, noch nicht an der Aetzfigur sichtbar, obgleich die Abmessungen der Lichtfigur sie bereits verrathen.

Bei länger dauernder Aetzung macht sie sich aber auch im Ansehen der Aetzhügel bemerklich, und zwar hängt sie dann mit dem Auftreten der  $p$ -Flächen zusammen.

Entweder treten dann Aetzhügel auf, wie sie Fig. 33 nach einem mit Aetznatron geätzten Krystall unten zeigt, und welche als Combination von Oktaëder und Pyritoëder leicht gedeutet werden können, oder man bemerkt von einer Abstumpfung der Spitzen der Aetzfiguren nichts, dafür erscheinen sie aber senkrecht auf die Pyritoëderkante ganz auffallend verlängert, wie in Fig. 33 oben. Bei aufmerksamer Beobachtung erkennt man dann, dass diese Aetzhügel reihenweise wie Reiter auf einer Riefe aufsitzen, welche von den  $p$ -Flächen gebildet wird, die aber blos in den Zwickeln zwischen den gestreckten Pyramiden zum Vorschein kommen. Selten entstehen reine Aetzierien gesondert neben den oktaëdrischen Aetzhügeln, wie Fig. 34 zeigt. Auch diese sind an den Enden von Oktaëderflächen begrenzt.

Für die Würfelfläche des Pyrit sind bei alkalischer Aetzung folgende Erscheinungen von Wichtigkeit.

1. Die Würfelfläche erscheint nach der Aetzung matt, im Lichtbild verschwindet der Centralreflex, die Fläche bedeckt sich mit kleinen dicht gedrängten Aetzhügeln.

2. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche nahe stehen, später treten auch Flächen eines Pentagon-Dodekaëders auf, welche der Form  $\pi(102)$  nahe kommen, aber in dem Zonenstück zwischen dieser und 101 liegen.

3. Bei intensiver Aetzung werden die Reflexe, welche einerseits der Oktaëderfläche, andererseits der Pyritoëderfläche entsprechen, durch Lichtbögen mit undeutlichen Culminationen verbunden, welche aber niemals genau in die Zone zwischen den beiden genannten Reflexen fallen, sondern die von den  $p$ -Reflexen ausgehenden Lichtbögen verrathen die Tendenz gegen die Zone  $[102.010]$ , die von den  $o$ -Reflexen ausgehenden, gegen die Zone  $[111.\bar{1}\bar{1}]$  auszuweichen.

#### 4. Dodekaöderfläche 101.

Es wurde schon bei der Oktaöderfläche hervorgehoben, dass bei aller Aehnlichkeit der Aetzfigur mit jener, welche Salzsäure auf der Oktaöderfläche des Bleiglanz hervorbringt, dennoch ein Unterschied besteht. Die Strahlen, welche bei Bleiglanz genau in die Triakisoktaöderzone fallen, zeigen beim Pyrit eine constante, wenn auch unbeträchtliche Abweichung von dieser Zone. Wenn man also nach Allem die Oktaöderfläche des Pyrit als primäre Aetzfläche für Aetzung mit Alkalien bezeichnen darf, scheint es unthunlich, die Zone  $[111.1\bar{1}1]$  als Aetzzone aufzufassen.

Eine Entscheidung dieser Frage schien mir möglich durch das Studium der Dodekaöderfläche. Beim Bleiglanz zeigt die Dodekaöderfläche jenes charakteristische Verhalten, welches Flächen einer Aetzzone auszuzeichnen pflegt: Glanz nach der Aetzung, Aetzgrübchen, Riefung im Sinne der Aetzzone. Ist die analoge Zone des Pyrit keine Aetzzone, so waren statt dieser Merkmale zu erwarten: Glanzlosigkeit, Auftreten von Aetzhügeln und Verschwinden des Centralreflexes.

In der That wurde diese Erwartung durch den Versuch bestätigt. Zur Untersuchung kam ein Krystall (VIII. 248), an welchen eine Dodekaöderfläche angeschliffen worden war.

Nach einstündiger Aetzung in Aetzkali zeigte die geätzte Fläche mattes Aussehen und war dicht bedeckt mit scharfen Aetzhügeln, deren Form die Fig. 35, Taf. III zeigt.

Dieselbe lässt sich als Combination der beiden benachbarten Oktaöderflächen mit der nächsten Pyritoöderfläche deuten, wenn wir von den schwer erkennbaren Flächen des nach abwärts gerichteten Steilabfalles absehen. Dazu treten untergeordnete Abstumpfungsflächen, welche bezeichnender Weise wiederum nicht in der Zone der grossen Aetzflächen liegen.

Das Lichtbild zeigt zwei lichtstarke Reflexe, welche nach den ausgeführten Messungen ungefähr dieselbe Position haben, wie die mit  $w$  bezeichneten Reflexe im Lichtbild des Würfels; ferner zwei durch einen Lichtbogen verbundene Culminationen, welche der Pyritoöderfläche entsprechen. Gemessen wurden die Winkel zwischen den entsprechenden Reflexen links und rechts und die Winkel der

einzelnen Reflexe zur Würfelfläche 001 ( $h$ ), deren Reflex noch erkennbar war.

$$w w_1 = 67^\circ 28' \quad w = (875.887) \dots (61)$$

$$h w = 50^\circ 49'$$

$$h w_1 = 51^\circ 42'$$

$$\text{Mittel} = 51^\circ 15'$$

$$\pi \pi_1 = 12^\circ 26' \quad \pi = (523.123) \dots (62)$$

$$h \pi = 28^\circ 57'$$

$$h \pi_1 = 28^\circ 2'$$

$$\text{Mittel} = 28^\circ 29'$$

Aus diesen Positionen kann man die Schimmerwinkel berechnen, welche zur Controle gemessen wurden.

Die Uebereinstimmung ist hier keine gute, was hier vornehmlich der Unvollkommenheit der Goniometermessung zuzuschreiben sein dürfte.

Schimmerwinkel  $w$  gerechnet  $+ 168^\circ 39'$ , gemessen  $+ 176^\circ 2'$

"  $\pi$  "  $+ 40^\circ 33'$ , "  $+ 33^\circ 7'$ .

Indem ich eine eingehende Würdigung der in diesem Theile niedergelegten Beobachtungen dem IV. Theile der Abhandlung vorbehalten, mag hier nur kurz darauf hingewiesen werden, dass für alkalische Aetzung die Flächen (111) und  $\pi$ (102) die Rolle primärer Aetzflächen spielen, dass ferner eine Aetzzone sich für alkalische Aetzung nicht nachweisen lässt und dass bei aller Verschiedenheit, welche alkalische und Säure-Aetzung darbieten, gewisse gemeinsame Züge hervortreten, welche einen tieferen Einblick in den molecularen Bau der Pyritkrystalle gestatten. Hierzu gehört namentlich der Umstand, dass die Aetzflächen alle in den positiven Krystallräumen oder diesen doch sehr nahe liegen.

### III. Anomale Pyrite.

Auch die vollkommensten Pyrite, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigen bisweilen Erscheinungen, welche mit der Theorie der Aetzfiguren, wie sie bisher allgemein acceptirt und zur Systembestimmung verwendet wurde, nicht im Einklang stehen. Namentlich ist die Würfelfläche durch derartige Abnormitäten ausgezeichnet. Die

Theorie verlangt für die Würfelfläche des Pyrit eine disymmetrische Aetzfigur. Während nun die Lichtfigur diesen Charakter stets deutlich erkennen lässt, findet man sehr häufig, dass die einzelnen Aetzfiguren dieser Forderung nicht entsprechen. Neben den regelmässigen disymmetrischen Aetzfiguren erscheinen, bisweilen sogar häufiger als diese, monosymmetrische. Letztere wiederholen sich dann in zwei entgegengesetzten Stellungen, deren Reflexe sich dann wieder zu einem disymmetrischen Lichtbilde ergänzen (vergl. pag. 253).

Bisweilen liegen disymmetrische und monosymmetrische Aetzfiguren in beiden Stellungen in bunter Mischung neben einander. Es kommt aber auch häufig vor, dass Figuren einer und derselben Art auf gewissen Feldern ausschliesslich auftreten.

So zeigt der Krystall I, 185 auf der Endfläche dreierlei Felder (vergl. Fig. 44. Taf. IV). Auf den weiss gelassenen Stellen (*a*) trifft man nur disymmetrische Figuren, auf den punktierten (*b*) nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2*e*, auf den schraffirten (*b*<sub>1</sub>) nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2*d*.

Hier konnte offenbar die Vermuthung einer Mimesie Raum gewinnen. Die Theile *a* würden ihrer Symmetrie nach der Basis, die Theile *b* und *b*<sub>1</sub> dem Prisma eines rhombischen Krystalls in zwei zwillingsgemässen Stellungen entsprechen.

Allein versucht man unter Zugrundelegung einer derartigen Hypothese die Erscheinungen auszudeuten, so kommt man auf gewaltige Schwierigkeiten. Es wollte nicht glücken, die auf einer Würfelfläche supponirten Grenzen der Individuen auf den benachbarten Flächen weiter zu verfolgen. Ausserdem führt die eigenthümliche pyritoëdrische Symmetrie des Pyritkrystalles zu sehr sonderbaren Annahmen bezüglich der Symmetrie der Einzel-Individuen. Die ursprüngliche Annahme rhombischer Individuen erweist sich als unzureichend, man müsste bis zu triklinen Individuen herabsteigen und dafür war wieder aus den Formen der Aetzfiguren keinerlei Anhalt zu gewinnen.

Die in Rede stehende Erscheinung muss also anders erklärt werden. Es erscheint mir hierzu erforderlich, auf die Natur der Aetzfiguren etwas näher einzugehen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren entsteht unter allen Umständen bei allen untersuchten Individuen aller Fundorte eine Riefung nach der Grundkante des positiven Pyritoëders. Neben dieser

überall so ziemlich gleichbleibenden Erscheinung tritt nun noch eine zweite, veränderliche auf: die Entstehung von tieferen Aetzfiguren. Diese zeigen merkbare Unterschiede in ihrer Grösse, Gestalt und Zahl bei Krystallen verschiedener Fundorte, ja manchen Pyriten scheinen sie gänzlich fehlen zu können. Auch von Krystallen desselben Vorkommens kann der eine sie in reichlicherer Menge entwickeln als der andere und dieselbe Verschiedenheit kann man auf verschiedenen Würfelflächen desselben Krystalles beobachten.

Wenn wir unter Molecularstructur einer Krystallart jene Anordnung kleinster Theilchen verstehen, welche bei allen Krystallen derselben Art die gleiche ist, unter Tektonik aber jene erst durch die Art des Wachstums bedingten Verschiedenheiten, durch welche sich verschiedene Krystalle derselben Art von einander unterscheiden, dann müssen wir angesichts des oben geschilderten Verhaltens der Aetzfiguren sagen, dass dieselben in ihrer Entstehung, Grösse, Zahl und Ausbildung vor allem von der Tektonik des betreffenden Krystalles abhängen, während allerdings der den verschiedenen Ausbildungsweisen zu Grunde liegende Typus von der Molecularstructur abhängt. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen aber jene tektonischen Momente als Störungen der Molecularstructur, welche je nach der Art des Wachstums in verschiedener Zahl, Ausdehnung und Art auftreten können.

Sehr wahrscheinlich erscheint es mir, dass bei jenen Pyriten, welche nach der Aetzung nur eine zarte Riefung nach dem Pyritöeder zeigen, derartige Störungen im geringsten Maasse vorhanden sind. Diese Pyrite würden sich der idealen Vollkommenheit des Krystallbaues am meisten nähern. Für die Entstehung dieser Riefung würde ich mich jener Erklärung anschliessen, welche v. Ebner in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Lösungsflächen des Calcit entwickelt hat. (Molecular etwas verschiedene Beschaffenheit des Lösungsmittels an benachbarten Stellen.)

Die grösseren Aetzfiguren würden dagegen nur an solchen Stellen entstehen, wo eine — freilich für unsere groben Beobachtungsmittel häufig nicht nachweisbare — Störung der Molecularstructur vorliegt.

Es ist denkbar, dass diese Störung so orientirt ist, dass sie die Symmetrie der betreffenden Fläche nicht beeinträchtigt. Dann wird auch die aus derselben hervorgehende Aetzfigur der Symmetrie



entsprechen. Es ist aber auch denkbar, dass die Störung anders orientirt ist; dann wird eine Aenderung in der Symmetrie der Aetzfigur die Folge sein. Da aber einerseits zwischen der Störung und der Tektonik des Krystalles ein bestimmter Zusammenhang besteht, und da sich andererseits die Tektonik auch in der Oberflächenzeichnung des Krystalles verräth, müsste man auf Grund dieser Voraussetzungen einen Zusammenhang zwischen der Oberflächenzeichnung und dem Auftreten der mindersymmetrischen Aetzfiguren erwarten.

Ein solcher Zusammenhang scheint aber in der That zu bestehen.

Für die Krystalle von Traversella ist eine Art von Oberflächenzeichnung sehr charakteristisch, welche Struever in seiner bekannten Monographie (*Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*. II, XXVI) auf Taf. XIII, Fig. 176, abbildet. Die Würfelfläche ist bedeckt mit tafelförmigen, sechseckigen Fortwachsungen, welche von schmalen Randflächen der Formen  $\pi(102)$  und  $\pi(213)$  begrenzt sind.

Wir dürfen aus diesen Fortwachsungen schliessen, dass nur ein Theil der Würfelfläche durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Würfelfläche fortwächst, andere Theile durch die flächenförmige Ausbreitung der erwähnten Fortwachsungen, also durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Fläche 102 und der benachbarten Diploëderfläche einerseits, normal zur Fläche  $\bar{1}02$  und der benachbarten andererseits.

Wir dürfen ferner erwarten, dass auf den nach 102 gewachsenen Theilen eine Streifung nach dieser Fläche, auf den nach  $\bar{1}02$  gewachsenen eine Streifung nach  $\bar{1}02$  zu beobachten sein werde, während wir auf den nach 001 gewachsenen Flächentheilen entweder gar keine oder Streifung nach beiden Pyritoëderflächen erwarten dürfen.

Nach diesen Voraussetzungen wachsen die verschiedenen Antheile der Würfelfläche auf dreierlei Art, nach 001, nach 102 oder nach  $\bar{1}02$ . Dies lässt zunächst das Auftreten von disymmetrischen und von monosymmetrischen Aetzfiguren in zwei Stellungen erklärlich erscheinen.

In günstigen Fällen müsste es aber weiter möglich sein, an dem Charakter der Oberflächenzeichnung diese dreierlei Flächenantheile zu erkennen und zu prüfen, ob wirklich die Vertheilung der verschiedenen Aetzfiguren den gemachten Voraussetzungen entspricht.

Es wurden daher folgende Untersuchungen angestellt: Eine Würfelfläche eines Krystalls von Traversella lässt eine einzige grosse Fortwachsung erkennen. Dieselbe fällt mit deutlichen Stufen von  $102 \cdot 213 \cdot 2\bar{1}3$  gebildet nach vorne ab zu dem vollkommen glatten, streifenfreien Theil an der vorderen Würfelfkante. Nach rückwärts war die Streifung nach  $\bar{1}02$  zarter. Die Mitte der Fortwachsung zeigte sehr zarte Riefen, doch schimmerten dieselben nach beiden Seiten.

Nach der Aetzung zeigte die vordere Hälfte der Abdachung ganz vorherrschend Figuren von der Form und Stellung Fig. 2 e, Taf. II; die rückwärtige Hälfte viele monosymmetrische Figuren in entgegengesetzter Stellung, daneben auch viele disymmetrische.

Ein anderer Krystall zeigte auf einer Würfelfläche durchaus eine einseitige Streifung nach  $102$ . Nach der Aetzung zeigten sich ausschliesslich Aetzfiguren von der Form und Stellung Fig. 2 e. Der Zusammenhang zwischen Streifung und Aetzfiguren ist also derselbe wie früher.

Dass die monosymmetrische Ausbildung der Aetzfigur nicht durch die Thatsache der Streifung und die dadurch bedingte Unebenheit der Fläche bedingt sein kann, geht wohl schon daraus hervor, dass die Monosymmetrie hauptsächlich die tieferen Theile der Aetzfigur betrifft, welche von der Oberfläche des Krystalls gar nicht geschnitten werden. Ueberdies wurde im letzteren Falle die Streifung durch Anschleifen und Poliren der Fläche entfernt; die entstandene Schlifffläche wurde der Messung unterzogen und zeigte eine sehr geringe ( $2'$ ) Abweichung von der theoretischen Lage der Würfelfläche.

Durch diese Beobachtungen ist wohl der Nachweis geliefert, dass die in Rede stehenden Symmetrieabweichungen der Aetzfiguren mit der Tektonik des Krystalles in Zusammenhang stehen. Ja, es lässt sich sogar die Art des Zusammenhanges angeben. Wenn wir uns die Störungen als linear ausgedehnt, also etwa als Canäle vorstellen, längs denen die Lösung rascher vorschreitet und deren Mündung sie der Molecularstructur entsprechend ausweitet, so folgt für die oben betrachteten Fälle, dass die Störungen senkrecht zur wachsenden Fläche, also in der Richtung des Wachstums liegen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Eben erhalte ich Heft I des 12. Bd. der Zeitschr. f. Kryst., in welchem Baumhauer einen ähnlichen Zusammenhang zwischen der Tektonik und dem Resultate der Aetzung am Speiscobalt vom Schneeberg nachweist.

### Pyrit von Příbram.

Viel schwierigere Verhältnisse lassen jene Pyrite erkennen, welche schon in der Einleitung als „anomale“ bezeichnet wurden. Am genauesten wurden die Pyrite von Příbram untersucht. Die besten Krystalle stammen von einer Stufe des mineralogischen Institutes der Czernowitzer Universität.

Die 5—6 Millimeter grossen Pyritkrystalle sitzen einzeln auf Quarz und sind zum Theile bedeckt von dem gewöhnlichen Příbramer Calcit, der die Formen  $(10\bar{1}0)$  und  $\pi(01\bar{1}2)$  zeigt. Träger der Combination ist der Würfel, untergeordnet ein gekrümmtes Pentagondodekaëder, und kleine, aber glatte und glänzende Flächen des Oktaëders.

Die letzteren allein gestatten genauere Messungen. Die Bilder sind aber selten einfach; meist sind mehrere vorhanden; stets kommen aber solche vor, welche nahezu genau am theoretischen Ort der Oktaëderfläche liegen. Die anderen sind als Vicinalflächen aufzufassen. Die Würfelflächen sind stark und nicht vollkommen parallel zur Combinationskante mit dem Pyritoëder gerieft. Die Flächen des letzteren geben über grosse Strecken zerstreute Reflexbilder; oft ordnen sich dieselben in drei gegen den benachbarten Würfelreflex divergirende Reihen. Der Punkt, wo sich diese schneiden, ist zuweilen durch ein schwaches Reflexbild markirt, welches — soweit dies die unvollkommenen Messungen zu constatiren erlauben — dem Pyritoëder  $\pi(102)$  entspricht. Die hellsten Reflexe entsprechen einem flacheren Pentagondodekaëder; selten kommen noch Reflexe vor, welche einem steileren Dodekaëder entsprechen. Alle diese Flächenelemente sind, obwohl sie sich manchmal recht weit von der Lage des Pyritoëders entfernen, doch nur als Vicinalflächen der Form  $\pi(102)$  aufzufassen.

Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, dass die Messungen keine derartigen Abweichungen von tesseraler Symmetrie ergeben, dass man vom geometrischen Standpunkte aus dieselbe in Zweifel ziehen dürfte. Die Abbildung Taf. III, Fig. 47, bei Struever gibt ein gutes Bild von dem Aussehen dieser Krystalle, wenn man sich die kleinen Flächen von  $(211)$  wegdenkt.

Aetzt man einen solchen Krystall mit Aetzkali, so zeigt sich kein Unterschied gegen die normalen Pyrite, man erhält mehr oder weniger deutlich den Oktaëderschimmer.

### Aetzung mit Säuren.

Aetzt man dagegen mit irgend einer der Säuren, welche den Pyrit angreifen, so zeigt sich eine eigenthümliche Erscheinung. Der Krystall wird auf der ganzen natürlichen Oberfläche vollkommen sammtartig matt, bei gelungenen Präparaten tief schwarz. Die Flächen schimmern erst, wenn das Licht nahezu parallel zur Oberfläche einfällt.

Anders verhalten sich Bruch-, Spalt- oder Schliffflächen, die durch das Innere des Krystalles gelegt werden. Diese lassen im allgemeinen lebhaften Schimmer und eine Feldertheilung erkennen, welche auf den ersten Blick mit der äusseren Begrenzung des Krystalles in Zusammenhang steht.

#### a) Hexaëderfläche.

Eine Schlifffläche parallel 100, welche nicht genau durch die Mitte des Krystalles gelegt wurde, zeigt Taf. IV, Fig. 36 (IX. 55). Man erkennt ein Mittelfeld, welches genau so dunkel und sammtartig aussieht wie die natürliche Würfelfläche. Die übrige Fläche zerfällt in vier Sektoren, deren Grenzen gegen die schärferen Kanten zwischen Pyritoëder und Würfel hinziehen. Jeder Sector zeigt eine Riefung, welche, wenn wir von den kleinen Feldern in der Mitte absehen, im allgemeinen auf der äusseren Begrenzung durch die Würfelfläche senkrecht steht. Diese vier Sektoren sind paarweise, und zwar immer die gegenüberliegenden gleich.

Die Sektoren *I* oben und unten zeigen eine flachere, gröbere, die Sektoren *II* rechts und links eine tiefere feinere Riefung. Jeder Sector liefert deutliche Aetzreflexe, welche sich zu dem in Fig. 37 dargestellten Lichtbild zusammensetzen. Es gehören die mit dem Index *I* bezeichneten Reflexe zu den Sektoren oben und unten, die mit *II* bezeichneten zu den Sektoren recht und links.

Zur Fixirung dieser Aetzflächen dienten folgende Messungen:

$$h p_{II} = 66^{\circ} 53'$$

$$h p'_{II} = 66^{\circ} 26'$$

$$h_{II} h'_{II} = 2^{\circ} 52'$$

$$p_I p'_I = 47^{\circ} 5'$$

Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die Reflexe  $p_I$  und  $p_{II}$  Flächen derselben Form entsprechen. Denn der Winkel zur nächsten Würfelfläche berechnet sich für

$$\begin{aligned} p_I &= 23^\circ 32' 5'' \\ p_{II} &= 23^\circ 21' 5'' \\ \hline \text{Mittel} &= 23^\circ 27' \end{aligned}$$

Dies entspricht der Position für  $p_I = 1000.434.0$   
 $h_{II} = 1000.0.32$

Ein ähnliches Präparat (IX. 245), welches mit Königswasser aus rauchender Salpetersäure geätzt worden war, lieferte deutliche Reflexe entsprechend  $h_{II}$  und  $p_I$ ; die  $p_{II}$  entsprechenden waren undeutlich und lichtschwach.

Die Messung ergab:

$$\begin{aligned} h_{II} h'_{II} &= 8^\circ 40' \\ p_I p'_I &= 48^\circ 38' \end{aligned}$$

Hieraus ergibt sich die Position für

$$\begin{aligned} h_{II} &= 1000.0.76 \\ p_I &= 1000.452.0 \end{aligned}$$

Sehr eigenthümlich war das Verhalten einer mit verdünnter Salpetersäure geätzten Schlißfläche (IX. 158). Die Verdoppelung von  $h$  trat hier nicht ein, dafür erschienen Reflexe von der beiläufigen Lage von Rhombendodekaëderflächen.

Es wurde gemessen:

$$\begin{aligned} h p_I &= 27^\circ 34' \\ h p'_I &= 27^\circ 39' \\ \hline \text{Mittel} &= 27^\circ 36' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h d_I &= 42^\circ 48' \\ h d'_I &= 42^\circ 56' \\ \hline \text{Mittel} &= 42^\circ 52' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h d_{II} &= 44^\circ 24' \\ h d'_{II} &= 45^\circ 19' \\ \hline \text{Mittel} &= 44^\circ 52' \end{aligned}$$

Die Reflexe  $d_I$ ,  $p_I$ ,  $p'_I$ ,  $d'_I$  liegen in derselben Zone und rühren her von Sector  $I$ , die Reflexe  $d_{II}$  und  $d'_{II}$  liegen in der zur vorigen senkrechten Zone und vertreten gewissermassen  $p_{II}$ .

Den Reflexen  $p_1$  entspricht die Position  $1000.523.0$ ,

den Reflexen  $d_1$  die Position  $1000.928.0$ .

Für  $d_{II}$  darf man unbedenklich 101 einsetzen.

Das Auftreten der Dodekaëderfläche als Aetzfläche ist eine sehr auffallende und vereinzelt dastehende Erscheinung.

Die Untersuchung der Schlißflächen parallel dem Würfel ergibt also: Der ganze Krystall zerfällt in so viele Sektoren, als Würfel-  
flächen vorhanden sind. Jeder solche Sector endet an der Oberfläche des Krystalls mit einer Würfel-  
fläche und den zwei benachbarten Pyritoëderflächen; in jedem Sector treten nur Aetzflächen auf, welche auf der Würfel-  
fläche an der Oberfläche des Krystalls senkrecht stehen, und zwar entsprechen sie den beiden auf dieser Würfel-  
fläche senkrecht stehenden Pyritoëderflächen und derjenigen Würfel-  
fläche, welche die schärfere Kante der beiden letzteren abstumpft. Die Reflexe dieser Würfel-  
fläche erscheinen senkrecht zur Aetzzone (also in der Richtung der benachbarten Pyritoëderflächen) verdoppelt, aber in der Aetzzone gestreckt.

In dem Sector  $I$ , welcher am Krystall mit der Fläche 001 endet, treten demnach als Aetzflächen auf: 210 und  $2\bar{1}0$ , ferner 010 verdoppelt in zwei Flächen, welche in der Zone  $[02\bar{1}.010.021]$  liegen. Offenbar kommt einem solchen Sector, für sich betrachtet, rhombische Symmetrie zu.

Dieses verhältnismässig einfache Bild wird etwas complicirter, wenn wir auf jene kleinen Felder Rücksicht nehmen, welche die Schlißflächen bisweilen in der Nähe des Kernes erkennen lassen und welche in Fig. 36 auf Taf. IV mit  $c$  und  $d$  bezeichnet sind.

Zunächst erkennt man bei aufmerksamer Beobachtung Anwachsstreifen, welche im grössten Theil der Schlißfläche parallel den Würfel-  
flächen verlaufen. Die Grenzen der Sektoren verlaufen streng durch jene Stellen, an welchen diese Anwachsstreifen umbiegen. In der Nähe des Mittelfeldes zeigen diese Anwachsstreifen einen etwas anderen Verlauf und lassen erkennen, dass eine Zeitlang das Pyritoëder an der Begrenzung des Krystalls in grösserer Ausdehnung sich betheiligt habe. Soweit in Sector  $II$  diese nach dem Pyritoëder gerichteten Anwachsstreifen auftreten, reichen die mit  $d$  bezeichneten Felder, welche sich durch eine etwas anders beschaffene Oberfläche und anders orientirten Schimmer von der Umgebung unterscheiden. Die feine Riefung erscheint abgelenkt, steht nahezu senkrecht auf

den Anwachsstreifen und es tritt Schimmer in Richtungen senkrecht zu dieser Riefung auf. Zwei diagonal gegenüberliegende Felder ( $d_1$   $d_2$ ) schimmern gleichzeitig, zwei benachbarte in Richtungen, welche symmetrisch liegen zur Schimmerrichtung des Hauptfeldes.

Es ist leicht zu entnehmen, dass diese Felder nicht nach der Würfelfläche, sondern  $d_1$  nach der Fläche 021,  $d_2$  nach 0 $\bar{2}$ 1,  $d_3$  nach 0 $\bar{2}$ 1 gewachsen sind.

Auch ein Theil von Sector I (in Fig. 36 mit  $c$  bezeichnet) zeigt abweichende Oberflächenstructur und Schimmer in zwei Richtungen, welche zur Verticallinie symmetrisch stehen und nach oben divergiren. Nach Analogie kann man annehmen, dass diese Partie nach einer der oberen, an 001 anliegenden Pyritoëderfläche gewachsen sei, und zwar, da die Schlifffläche nahe der rückwärtigen Fläche 100 angelegt ist, nach der Fläche 102.

Leider sind diese Felder zu klein, die von ihnen ausgehenden Reflexe zu undeutlich und lichtschwach, als dass eine goniometrische Messung möglich wäre. Nur Schimmermessungen konnten ausgeführt werden. Die Schimmerrichtungen auf  $c$  bilden mit den Schimmerrichtungen von  $a$ , welche der horizontalen Würfelkante parallel sind, folgende Winkel:

Rechts: 28°0'  
Links: 28°9'  
Mittel: 28°27'

Der Schimmer auf  $d$  kann nur bei sehr flach einfallendem Licht gemessen werden. Man erhält für den Winkel mit der Schimmerrichtung der Felder  $b$ , welche der verticalen Würfelkante parallel geht:

Für  $d_1$ : 16°10'  
„  $d_2$ : 17°50'  
Mittel: 16°90'

Wenn man voraussetzen darf, dass die Aetzflächen in den Feldern  $c$  und  $d$  analoge Lage haben, lässt sich aus diesen Angaben beiläufig die Position der Aetzflächen berechnen. Es ergibt sich für die Aetzflächen auf  $c$  das Zeichen 3·291 . 1·861 . 1 oder umgerechnet in die hier gewöhnlich angewandte Schreibweise (höchster Index = 1000): 1000 . 565 . 304. Es ist dies eine Fläche von ähnlicher Lage, wie sie als Flächen  $\pi$  von den normalen Pyriten bekannt ist.

Eigenthümlich ist nun die Orientirung dieser Flächen in den Feldern *c* und *d*.

Auf *c*, welches gewachsen ist nach  $\bar{1}02$ , kommen Flächen von ähnlicher Lage wie 421 und  $4\bar{2}1$  vor.

Auf  $d_1$  und  $d_2$  gewachsen nach 021 und  $0\bar{2}1$  treten Flächen von ähnlicher Lage wie  $2\bar{1}4$  und  $21\bar{4}$  auf.

$d_2$  gewachsen nach  $0\bar{2}1$  zeigt Flächen von ähnlicher Lage wie 214 und  $2\bar{1}4$ . Wir sehen demnach auch bei den kleinen Feldern das Princip durchgeführt, welches bezüglich der nach den Würfflächen gewachsenen Hauptantheile ermittelt worden:

Von den am Pyrit überhaupt möglichen Aetzflächen kommen vorherrschend solche zur Entwicklung, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen.

#### b) Oktaëderfläche.

Mit den geschilderten Erscheinungen an den Schlißflächen nach dem Würfel stehen jene in Einklang, welche an angeschliffenen Oktaëderflächen zu beobachten sind. Leider sind die natürlichen Oktaëderflächen zu klein, um Beobachtungen zu gestatten.

Eine solche Schlißfläche parallel  $1\bar{1}1$  nach der Aetzung mit Säure zeigt Fig. 38, Taf. IV (IX . 246). Auch hier erkennt man Sectorentheilung, welche wiederum mit der äusseren Begrenzung im deutlichen Zusammenhange steht. Die drei Sektoren geben ein deutliches Lichtbild, welches in Fig. 39, Taf. IV, ebenfalls in sphärischer Projection dargestellt ist. Jeder Sector liefert zwei Reflexe, *h* und *p*, welche mit Ziffern versehen sind, andeutend den Sector, von welchem sie herrühren.

Zur Bestimmung der Position der Reflexe *h* und *p* wurden die Bögen zu den natürlichen Würfflächen  $h_1$  ( $0\bar{1}0$ ),  $h_2$  (100),  $h_3$  (001) gemessen, welche vor der Aetzung durch theilweise Bedeckung mit Canadabalsam geschützt worden waren. Der Reflex *h* wurde in der Zone der beiden Würfflächen eingestellt. Der Reflex *p* zeigte sich in Folge von Schleppung gegen die geätzte Fläche hin verschoben, es wurde daher *p* und die entferntere Würffläche justirt und die Abweichung der 2. Würffläche von der justirten Zone bestimmt.

Krystall IX . 246, welcher genau so wie der Würfelschliß IX . 155 behandelt worden, gab folgendes Resultat:



$h_2 h_{III}^1) = 87^\circ 58'$	$h_2 p_{II} = 67^\circ 15'$	$\delta \text{ von } h_3 = 8.5$
$h_3 h_I = 87^\circ 46'$	$h_3 p_{III} = 68^\circ 3'$	$\delta \text{ „ } h_1 = 9.5$
$h_1 h_{II} = 87^\circ 57'$	$h_1 p_I = 66^\circ 17'$	$\delta \text{ „ } h_2 = 10.0$
Mittel $= 87^\circ 54'$	$67^\circ 12'$	$9.3 = 2^\circ 36'$

Aus diesen Messungen ergibt sich als Position für die Aetzflächen des oberen Sectors I:

$$h = 0.1000.37$$

$$p = 1000.421.32$$

Also Zahlen, welche mit den entsprechenden der Aetzflächen auf dem Würfelschliff übereinstimmen.

Zur Controle wurden auch Schimmermessungen angestellt. Jeder Sector zeigt Schimmer in 2 Stellungen, welche jedoch nur bei sehr verschiedener Incidenz des Lichtes wahrnehmbar sind. Je zwei benachbarte Sektoren schimmern nahezu in gleichem Azimut, aber bei verschiedener Incidenz und in verschiedenem Grade. Nur die von den Reflexen  $p$  herrührenden Schimmerstellungen konnten in Bezug auf ihr Azimut gegen die Krystallkanten fixirt werden.

Wenn als Ausgangspunkt die Kante mit der Würfelfläche 001 dient, so ergibt sich für das Schimmer-Azimut von

Sector I	52.6°	berechnet	53° 30'
„ II	173.3°	„	173° 30'
„ III	292.3°	„	293° 30'

Die unter „berechnet“ angeschriebenen Winkel sind aus der Goniometermessung abgeleitet.

Die Beobachtungen wurden bei einem Incidenzwinkel von 39° gemacht, das Mikroskoprohr stand senkrecht auf der Ebene der Drehung.

An dem Krystallfragment IX. 245 wurde eine Oktaëderfläche in der Richtung von 111 angeschliffen. Die früher beschriebene Würfelspaltfläche hat die Lage von 010.

Da die eigentlichen Würfelreflexe hier verschwunden waren, wurden die Winkel der von der Oktaëderfläche stammenden Reflexe zu dem Reflexe der Spaltfläche 010 gemessen  $h_1 = 0.1000.75$ .

<sup>1)</sup> Absichtlich wurde der Winkel zu der entfernteren Würfelfläche gemessen, da die benachbarte in Folge der pyritoëdrischen Streifung im Sinne der eingestellten Zone verlängerte Reflexe gab.

$$h_1 h_{III} = 95^\circ 35'$$

$$h_{III} h_{II} = 84^\circ 45'$$

$$h_{III} p_{II} = 17^\circ 57'$$

$$h_1 h_I = 94^\circ 58'$$

$$h_I h_{II} = 84^\circ 51'$$

$$h_I p_{II} = 18^\circ 25'$$

Die Mittelwerthe sind:  $95^\circ 16'$ ,  $84^\circ 47'$ ,  $18^\circ 11'$ .

Hieraus ergibt sich für den Winkel zur nächstgelegenen Würfel-  
fläche annähernd für

$$h = 5^\circ 15'$$

$$p = 23^\circ 26'$$

Und die Position für

$$h = 0.1000.96$$

$$p = 1000.433.0$$

Also wiederum sehr ähnliche Zahlen, wie sie für die Reflexe der Würfel-  
fläche abgeleitet wurden.

Auch an den Oktaëderflächen wurden Felder bemerkt, welche von der Hauptmasse der Sektoren etwas in Structur und Schimmer-  
richtung differirten. Fig. 38 lässt im Innern 3 derartige Felder er-  
kennen, welche wahrscheinlich ebenfalls nach Pyritoëderflächen ge-  
wachsen waren. Doch war es nicht möglich, die Erscheinungen hier  
so genau zu verfolgen wie im Würfelschliff.

### Aetzung mit Alkalien.

An der natürlichen Oberfläche bewirkt dieses Aetzmittel, wie  
schon erwähnt, Erscheinungen, welche von denen der normalen Pyrite  
weit weniger verschieden sind. Die Würfel-  
flächen erhalten deutlichen  
Oktaëderschimmer, die Pyritoëder zeigen sogar sehr schöne Aetzhügel.

#### a) Hexaëderfläche.

Eine nicht genau durch die Mitte des Krystalls gelegte Schliff-  
fläche nach 100 lässt ebenfalls Sectorentheilung erkennen. Nur das  
Mittelfeld, welches ausser der nach jener Würfel-  
fläche gewachsenen  
Partie, welcher die Schliff-  
fläche parallel geht, auch jene Partien  
(c und d in Fig. 36) zu umfassen scheint, welche nach dem Pyritoëder  
gewachsen sind, zeigt den Oktaëderschimmer; die anderen Theile,  
welche nach den beiden anderen Würfel-  
flächen 010 und 001 gewachsen  
sind, zeigen eine ähnliche Riefung wie früher, und Reflexe in jener

Zone, welche auf der Würfelfläche der äusseren Begrenzung senkrecht steht. Fig. 40, Taf. IV, zeigt das betreffende Lichtbild.

Die Messungen, nach denen dasselbe entworfen wurde, waren folgende:

$$d_{II} d'_{II} = 92^{\circ} 1'$$

$$p_I p'_I = 55^{\circ} 22'$$

$$d_I d'_I = 89^{\circ} 20'$$

$$o_1 o_2 = 68^{\circ} 22'$$

$$o_3 o_4 = 68^{\circ} 31'$$

$$o_2 o_4 = 69^{\circ} 50'$$

$$o_1 o_3 = 70^{\circ} 7'$$

Die Aetzflächen  $o$  und  $p$  haben danach ganz ähnliche Position wie bei der Aetzung der Würfelfläche normaler Pyrite. Dagegen ist das Auftreten der Reflexe  $d$ , welche dem Rhombendodekaëder nahe kommen, eine auffallende Erscheinung.

Für die einzelnen Flächen ergibt die Rechnung folgende Positionen:

$$o = 1000.944.962$$

$$p = 1000.525.0$$

$$d_I = 1000.988.0$$

$$d_{II} = 965.0.1000.$$

#### b) Oktaëderfläche.

Eine angeschliffene Oktaëderfläche zeigt deutlich die Theilung in drei Felder. Bei einem und demselben Azimut zeigt bei steilerer Incidenz erst ein Sector, bei flacherer Incidenz gleichzeitig die beiden anderen Sektoren Schimmer. Die Aetzflächen der ersten Schimmerstellung liegen beiläufig in Zone mit der Oktaëderfläche und der Würfelfläche. In dieser Zone wurde der Winkel zwischen dieser Schimmerstellung und der Oktaëdernormalen mit  $34^{\circ} 40'$  gemessen. Diese Aetzflächen haben also beiläufig die Lage von Dodekaëderflächen. Die zweite Schimmerstellung, bei welcher die beiden anderen Sektoren schimmern, liegt in derselben Zone und fällt mit der benachbarten Oktaëderfläche zusammen. Leider waren die Reflexe zu lichtschwach, genauere Messungen daher nicht ausführbar.

Es ergibt sich aber aus dem Angeführten, dass in jedem Sector eine Dodekaëderfläche und zwei benachbarte Oktaëderflächen als

Aetzflächen auftreten. Dies ergibt für den oberen Sector *I* der Fläche  $\bar{1}\bar{1}1$  die Aetzflächen  $\bar{1}\bar{1}0$ ,  $\bar{1}\bar{1}1$  und  $111$ .

Schimmermessungen unter dem Mikroskop waren nur bezüglich der bei steilerer Incidenz auftretenden Schimmerstellungen, herrührend von den Aetzflächen  $(110)$ , möglich. Bei Drehung des Präparates trat in jedem Sector ein deutliches Schimmermaximum auf (*d*), an welches sich einseitig ein schwächerer Schimmer (*p*) anschloss. Nimmt man als Ausgangspunkt für die Azimutzählung wiederum die Kante zur Würfelfläche  $001$ , so zeigen die Sektoren Schimmer in folgenden Azimuten:

	Berechnet	<i>a</i>	<i>b</i>
Sector <i>I</i> <i>p</i>	66·2°	61° 45'	60°
<i>d</i>	88·0°	88° 23'	90°
<i>II</i> <i>p</i>	182·8°	181° 45'	180°
<i>d</i>	207·4°	208° 23'	210°
<i>III</i> <i>p</i>	304·3°	301° 45'	300°
<i>d</i>	328·3°	328° 23'	330°

Unter *a* sind jene Zahlen angesetzt, welche sich aus der Position von *p* und *d* am Würfelschliff IX. 243 berechnen. Unter *b* jene Zahlen, welche  $(110)$  und  $\pi(210)$  verlangen würden.

Die Richtigkeit der Beobachtung kann hier auch noch durch die Form der Aetzfiguren geprüft werden. Während nämlich bei allen anderen Schliffpräparaten des Pribramer Pyrit die Aetzfiguren so dicht stehen, dass sie sich gegenseitig verschneiden und die Erkennung der Form vereitelt wird, treten hier an einigen wenigen Stellen die Aetzfiguren weiter auseinander und zeigen auf dem oberen Sector *I* die in Fig. 41, Taf. IV, dargestellte Form, welche sich als vertiefte Combination von  $111$ ,  $\bar{1}\bar{1}1$ ,  $\bar{1}\bar{1}0$  und  $2\bar{1}0$  sehr gut deuten lässt. Besonders ist die einseitige Umbiegung der oberen flachen Aetzfläche, welche dem einseitig anschliessenden Schimmer *p* entspricht, sehr gut zu erkennen.

Im Ganzen zeigt sich auch bei der Aetzung mit Aetzkali Uebereinstimmung der Erscheinungen an Oktaëder- und Würfelschliffflächen. In jedem nach einer Würfelfläche gewachsenen Sector erscheinen als Aetzflächen ausser den Oktaëderflächen solche, die der Verticalzone des als rhombisches Individuum aufgefassten Sectors entsprechen. Beispielsweise treten am Sector *I*, welcher am Krystall

auf 001 endigt, ausser den Oktaëderflächen noch auf: 210 und  $\bar{2}\bar{1}0$ , ferner 110 und  $\bar{1}\bar{1}0$ , sowie die parallelen Gegenflächen.

Die nach Pyritoëderflächen gewachsenen Antheile machen sich hier bei Weitem nicht so deutlich geltend. Es scheint, dass an diesen ausschliesslich Oktaëderflächen zur Ausbildung kommen, Pyritoëder- und Dodekaëderflächen jedoch fehlen.

Ausser den Krystallen, welche Gegenstand der vorstehenden Darstellung waren, kamen vom Příbramer Pyrit auch noch jene seltsamen, nach einer Würfelkante gestreckten Wachstumsformen zur Untersuchung, welche Vrba<sup>1)</sup> zum Object einer interessanten krystallographischen Studie dienten. Auch an diesen beobachtete ich das Mattwerden der ganzen natürlichen Oberfläche und die Faserung senkrecht zu derselben. Auf dem Querbruch der langen, meist von 210,  $\bar{2}\bar{1}0$  und 010 und den parallelen begrenzten Säulchen beobachtet man den sammtartig matten Mittelfleck, welcher dem nach 001 gewachsenen Antheil des Krystalls entspricht und eine äussere Zone, welche glänzt und eine feine Riefung senkrecht zur Begrenzung erkennen lässt.

### Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den Krystallen von Příbram beobachtete ich an Krystallen einer Stufe, welche polysynthetische Pyritkrystalle in halbkugeligen und traubenförmigen Drusen mit Barytkrystallen vergesellschaftet zeigt. Als Fundort der Stufe wurde mir Giftberg bei Hořowitz, Böhmen, genannt.

Die stark verwachsenen Krystalle zeigen selten mehr als zwei freie Würfecken. Sie werden von Flächen des Würfels und des Pyritoëders begrenzt, welche ungefähr im Gleichgewicht ausgebildet sind. Die Würfelfläche ist wiederum stark gestreift parallel dem Pyritoëder, und aus vielen nicht vollkommen parallelen Facetten zusammengesetzt. Die Pyritoëderflächen sind stark gekrümmt und meist durch Vicinalflächen vertreten, welche von der theoretischen Lage von  $\pi(210)$  sich weit entfernen.

Häufig beobachtet man ein stumpferes und ein steileres Pentagondodekaëder und ein gewölbtes Diploëder, welche in einer stumpfen Spitze über der Mitte der Pyritoëderfläche zusammenstossen. Oft

<sup>1)</sup> Mineralog. Notizen. 5. Pyrit vom Lillschacht in Příbram. Z. f. Kryst. IV, pag. 357, 1880.

treten über einer Pyritoöderfläche mehrere solche stumpfe Spitzen auf, eine Erscheinung welche ja anderwärts häufig genug beobachtet wurde. Nach den besten Messungen entsprechen diese Vicinalflächen den Formen:  $\pi(520)$ ,  $\pi(530)$ ,  $\pi(841)$ , doch weichen die gemessenen Winkel namentlich bei der letzten um  $\frac{1}{2}$ — $6^\circ$  von den geforderten ab, schwanken auch bei verschiedenen Krystallen beträchtlich.

Nach der Aetzung zeigen die Krystalle ein ähnliches Verhalten wie die von Přibram. Hervorzuheben wäre nur, dass die schärferen Combinationskanten zwischen Würfel und Pyritoöder, sowie die Seitenkanten dieses selbst häufig glänzend erscheinen.

An der angeschliffenen und geätzten Würfelfläche 100 (Fig. 42, Taf. IV) erkennt man deutlich die Sektoren, welche wiederum genau den nach den Würfelflächen, respective Pyritoöderflächen gewachsenen Antheilen entsprechen. Hier zeigt sich aber noch eine beim Pyrit von Přibram nicht beobachtete Erscheinung. Sowohl das sammtartig matte Mittelfeld, als die Grenze der beiden Sektoren ist durch einen, wenn auch vielfach unterbrochenen glänzenden Streifen umzogen, welcher gegen die schärfere Combinationskante zwischen Pyritoöder und Würfel hinzieht. Die Oberfläche ist an diesen in der Figur weiss gelassenen Stellen überaus zart gerieft in derselben Art wie die Würfelfläche normaler Pyrite zwischen den tieferen Aetzfiguren; nach den Seiten verschwimmen diese glänzenden Streifen ohne scharfe Grenze in die benachbarten kräftig gerieften Sektoren. Diese glänzenden Leisten entsprechen dem Verhalten der erwähnten Kanten an der Oberfläche des Krystalls.

Die Sektoren zwischen diesen Leisten zeigen ähnliche Schimmerverhältnisse wie die analogen Sektoren vom Přibramer Pyrit. Genauere Messungen habe ich nicht angestellt, da Vorversuche grosse Unregelmässigkeiten ergaben, offenbar Folge des unvollkommenen Baues, der sich schon in den facettirten, gestreiften und gewölbten Krystallflächen verräth.

Analoge Erscheinungen zeigen auch Schiffe nach dem Oktaöder (vergl. Fig. 43, Taf. IV). Hier sind die breiten glänzenden Leisten, welche von dem ebenfalls glänzenden Mittelfeld gegen die schärferen Randecken hinziehen, namentlich nach Aetzung mit Alkalien, sehr auffallend. Dieselben sind mit seichten dreiseitigen Aetzfiguren bedeckt, und geben ein deutliches dreistrahliges Lichtbild wie normaler Pyrit.

Weniger deutlich sind die nach der Würfelfläche und der Pyritoöderfläche gewachsenen Antheile der drei Sektoren unterschieden. Doch erkennt man, dass sich die kleinen mit  $a$  bezeichneten an die Würfelfläche angeschlossenen Felder so verhalten wie die Sektoren des Příbramer Pyrites; während die mit  $b$  bezeichneten Antheile, die an die Pyritoöderfläche anschliessen, den Dodekaëderschimmer vermissen lassen und in der Richtung aller drei benachbarten Oktaöderflächen Schimmer zeigen. Sie verhalten sich somit ähnlich, wie die nach dem Pyritoöder gewachsenen Antheile in dem mit Aetzkali geätzten Příbramer Würfelschliff.

Somit bestehen die Pyritkrystalle vom Giftberg aus dreierlei Antheilen:  $a$  Antheile, die sich verhalten wie normaler Pyrit; sie stellen Platten dar, welche von den Seitenkanten des Pyritoöders und von den schärferen Combinationskanten dieser Form mit den Würfelflächen nach der Mitte des Krystalls hinziehen. An der Oberfläche des Krystalls verrathen sie sich durch glänzende Streifen, welche längs jener Kanten verlaufen, auf Schliffflächen als glänzende Leisten, welche verschieden orientirte Sektoren trennen;  $b$  und  $c$  Antheile, welche sich an die Würfel- und Pyritoöderflächen anschliessen und das von jenen Leisten gebildete Fachwerk ausfüllen. Diese Antheile verhalten sich so, wie die gleichen der Příbramer Krystalle, sie treten aber auffälliger als verschieden hervor, da beiderlei Antheile ungefähr gleiche Ausdehnung besitzen.

Auf die ausserordentlich grosse Analogie, welche zwischen den beschriebenen Erscheinungen und dem Verhalten gewisser optisch anomaler tesseraler Krystalle besteht (Alaun, Granat, Nitrate der Bleigruppe) brauche ich wohl nur hinzuweisen.

### Pyrit vom Harz.

Als drittes Vorkommen dieser Art sind endlich kleine Pyritkrystalle zu erwähnen, welche mit Apophyllit und Calcit auf Kiesel-schiefer aufsitzen. Der Fundort der Stufe ist nicht bekannt. Sie dürfte nach dem Habitus der begleitenden Minerale vom Harz (Andreasberg) stammen. Auch diese Krystalle zeigen grobgestreifte Würfelflächen in Combination mit gewölbten Flächen des Pyritoöders, sind aber in ihrer Ausbildung womöglich noch unvollkommener als die Pyrite vom Giftberg. Gegen Aetzmittel verhalten sie sich ganz wie diese.

Es entsteht nunmehr die Frage, welche Deutung man den beobachteten Erscheinungen geben solle. Nach den ersten Beobachtungen an den Krystallen von Příbram glaubte ich eine Mimesie annehmen zu sollen. In der That haben die Sektoren — wenn wir von den kleinen nach dem Pyritoëder gewachsenen Feldern absehen — die Symmetrie rhombischer Individuen. Dieselben wiederholen sich in drei Stellungen, wodurch eine Aehnlichkeit mit einer Zwillingungsverwachsung hervorgerufen wird. Allerdings fügt sich das Verwachsungsgesetz nicht den bis jetzt aufgestellten Definitionen eines Zwillings.

Die in unserem Falle supponirten Individuen hätten zwar eine Fläche parallel (111) aber in dieser keine gleichnamige Kante, sondern die Kanten, welche beim Uebergang von der rhombischen pseudo-regulären Grenzform zum tesserale System gleich würden, nämlich  $[111.001]$ ,  $[111.010]$ ,  $[111.100]$  erscheinen cyclisch vertauscht, wodurch drei verschiedene Stellungen zum Vorschein kommen, die man auch erhält, wenn man ein Individuum um die Normale von 111 um je  $120^\circ$  dreht.

Es würde demnach hier eine Verwachsung vorliegen, welche entweder zur Erweiterung des Begriffes Zwilling oder zur Construirung eines neuen Begriffes führen müsste.

Abgesehen von dieser Schwierigkeit würde diese Annahme nicht ausreichen, um alle Erscheinungen zu erklären. Es wäre nicht erklärt das Auftreten der kleinen Felder, welche nach Pyritoëderflächen gewachsen sind; es bliebe ferner die sehr auffallende That- sache unerklärt, dass die Grenzen der anzunehmenden rhombischen Individuen genau den Umbiegungsstellen der Anwachsstreifen folgen, während sonst ein Uebergreifen eines Individuums in das Gebiet eines zweiten zu den am meisten charakteristischen Eigenthümlichkeiten echt mimetischer Krystalle gehört. Endlich würden uns die Verhältnisse des Pyrit vom Giftberg zu der complicirten Annahme nöthigen, dass regulärer und rhombisch-mimetischer Pyrit in sonderbarer Weise miteinander verwachsen auftreten.

Alle diese Schwierigkeiten veranlassten mich, diese Deutung aufzugeben und eine zweite Annahme zu versuchen, welche dem unleugbaren Zusammenhang der Anomalien mit dem Wachsthum des Krystalls Rechnung trägt, das an der Hand der Anwachsstreifen leicht verfolgt werden kann. Es wurde also die Ursache der



abweichenden Erscheinung nicht in der Molecularstructur, sondern in der Tektonik gesucht, und hierbei gleichzeitig eine Annäherung an die Erklärung der Anomalien der Traversella-Pyrite angestrebt.

Diese zweite Annahme wäre die, dass bei den in Rede stehenden anomalen Pyriten beim Wachsen Störungen im Molecularbau unterliefen, von solcher Beschaffenheit, dass sie in jedem Theil des Krystalls ein Eindringen des Aetzmittels senkrecht zur Fläche, nach der das Wachsthum stattfand, besonders erleichtern. Man darf sich diese Störungen vielleicht wieder als sehr feine Canäle vorstellen, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Diese Canäle müsste man in ungeheurer Anzahl und überaus dichter Anordnung annehmen, so dass in jedem Theil des Krystalls eine Art Faserung senkrecht zur wachsenden Oberfläche vorhanden ist.

Mit dieser Annahme scheinen mir die meisten Schwierigkeiten auf einfachem Wege gelöst.

Es ist nunmehr verständlich, warum Säuren immer nur jene Aetzflächen hervorbringen, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen. Denn Aetzflächen, welche der Faserung parallel sind haben offenbar bessere Aussicht sich zu erhalten, als alle anderen durch den Molecularbau vorgezeichneten Aetzflächen, umsomehr, als auch die Enden der Fasern von Flächenelementen mit grossem molecularen Lösungswiderstand gebildet werden, die Verkürzung der Fasern daher relativ langsam erfolgen wird.

Auch das Verhalten gegen Aetzkali erscheint verständlich: Greift das Aetzmittel in der Richtung der Fasercanäle an, so ändert das nicht viel an dem Verhalten, da diese Richtung auch beim normalen Pyrit eine Richtung geringsten Widerstandes darstellt. Daher werden sich auf der natürlichen Oberfläche und auf jenem Theil der Schlißfläche, auf welchem die Faserrichtung senkrecht steht, die Fasern rasch verkürzen und am Ende durch Flächen grössten Lösungswiderstandes (Oktaëderflächen) zugespitzt werden. Wenn die Fasern in der Ebene liegen, welche der Aetzung ausgesetzt ist, werden sie sich wiederum geltend machen und, wenn in der Zone der Faserung mögliche Aetzflächen liegen, diesen zur vorwiegenden Ausbildung verhelfen. Daher die Aetzflächen parallel  $\pi(210)$  in den Sektoren des Würfelschliffes.

In den nach  $\pi(210)$  gewachsenen Feldern geht keine bei alkalischer Aetzung mögliche Aetzfläche der Faserung parallel, daher verhalten sich diese sowie das Mittelfeld und geben Oktaëderschimmer.

Auch das Auftreten der Dodekaëderfläche als untergeordnete Aetzfläche können wir uns nunmehr zurecht legen. Durch die eigenthümliche Fasertektonik wird für jeden Antheil des Pyritkrystalls eine bestimmte Zone gewissermassen zur „tektonischen Aetzzone“ gestempelt. In dieser werden nun immerhin die Dodekaëderflächen als Flächen mit einfachsten Indices Aussicht haben, sich als Aetzflächen zu erhalten, wenn gleich zu Folge des Molecularbaues allein ohne Beihilfe der Tektonik ihr relativer Lösungswiderstand hiezu zu klein ist.

Die hier durchgeführte Annahme hat ferner den grossen Vortheil, dass sie die „anormalen“ Pyrite als Endglied einer Reihenentwicklung auffassen lässt, deren Anfänges schon bei den normalen Pyriten erkennbar sind. Auch zur Erklärung der Anomalien der Pyrite von Traversella waren wir zur Annahme von feinen Canälen genöthigt, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Der einzige Unterschied würde in ihrer grossen Zahl und dicht gedrängten Stellung liegen. Unsere anormalen Pyrite von Příbram würden also nur das Endglied einer Reihe sein, welche mit jenen ungemein compacten Pyriten beginnt, welche in krystallinischen Schiefern eingewachsen auftreten, welche sich durch Seltenheit und Kleinheit tieferer Aetzfiguren auszeichnen. Das nächste Glied stellen jene Krystalle (meist Pentagon-Dodekaëder) von Traversella und Elba dar, bei welchen eine ungemein dichte Stellung der grösseren Aetzfiguren in der Mitte jeder Fläche wahrgenommen wird. Ein ferneres Glied wäre der Pyrit vom Giftberg bei Hofowitz, bei welchem unter der Mitte der Flächen eine ausgesprochene Fasertektonik erscheint, während normale Pyritsubstanz auf ein unbedeutendes Skelet zusammenschrumpft. Beim Pyrit von Příbram verschwindet diese ganz, die mit verschieden orientirter Faserung ausgestatteten Sektoren stossen unmittelbar aneinander.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass sich keine der beobachteten Anomalien im Sinne einer tetartoëdrischen Structur des Pyrit deuten lässt, deren Möglichkeit mit Rücksicht auf die thermoelektrischen Eigenschaften mancher Pyrite und auf das Vorkommen tetraëdrischer Combinationen bei einem verwandten Mineral (Ullmannit)<sup>1)</sup> im Auge behalten wurde.

<sup>1)</sup> Březina, diese Mitth. 1872, pag. 23.

#### IV. Beziehungen zwischen den Aetzflächen und der Krystallstructur.

Es ist nicht meine Absicht, eine Theorie der in dem Titel angedeuteten Beziehungen zu geben. Zu einem solchen Unternehmen scheint mir das vorliegende Beobachtungsmaterial noch zu dürftig. Nur diejenigen Thatsachen sollen hier hervorgehoben werden, in welchen sich ein Zusammenhang zwischen den Aetzflächen und der Molecularstructur verräth, und einige vergleichende Betrachtungen angefügt werden, welche infolge der auffallenden Aehnlichkeit mancher Erscheinungen mit den an anderen Krystallen beobachteten sich gewissermassen von selbst aufdrängen.

Als möglichst objective Grundlage für die hier darzulegenden Betrachtungen soll die Fig. 45, Taf. IV, dienen, welche eine gnomonische Projection der an 25 Pyritkrystallen verschiedener Fundorte beobachteten und goniometrisch bestimmten Aetzflächen auf die Würfeläche 001 darstellt.

Durch die Beschränkung auf die durch Goniometermessung fixirten Aetzflächen wird allerdings eine gewisse Unvollständigkeit bedingt. So enthält die Projection eine einzige von den auf der Oktaëderfläche durch Säure hervorgerufenen Aetzflächen, da dieselben in einem einzigen Fall messbar gefunden wurden. Durch Schimmermessungen liesse sich da das Material leicht vervollständigen.

Aehnliches gilt von den durch Alkalien auf  $\pi(102)$  hervorgerufenen Aetzflächen, welche in unmittelbarer Nähe dieser Fläche liegen. Auch die an den „anormalen Pyriten“ beobachteten Flächen wurden ausgeschlossen, da diese offenbar vielfach von der Tektonik abhängen und so die Beziehung zur Molecularstructur verdunkeln konnten. Uebrigens würde die Eintragung der Aetzflächen anomaler Pyrite das Bild nicht wesentlich geändert haben, mit Ausnahme der schon gewürdigten Gruppe von Aetzflächen, welche sich an 101 anschliessen.

Es ist nur der zwischen den Flächen 001. 111. 101 liegende Krystallraum projicirt, da die Verhältnisse sich in den anderen einfach wiederholen.

Die neben den Projectionspunkten stehenden Ziffern verweisen auf die folgende Tabelle, in der die in den vorhergehenden Capiteln durch Messung abgeleiteten Zeichen der Aetzflächen nebst Angaben über Aetzmittel, Aetzdauer, über die Fläche, durch deren Aetzung die betreffende Aetzfläche erhalten wurde, zusammengestellt sind.

Der Fundort der Krystalle ist durch eine römische Ziffer bezeichnet, welche sich auf die Zusammenstellung der untersuchten Pyritvorkommen auf pag. 240 bezieht.

Die Zeichen der Aetzflächen sind in der auf pag. 247 angegebenen Weise geschrieben, bestehen aus zwei Zahlen ( $hk$ ) zu denen die dritte  $l = 1000$  zu ergänzen ist. Es wurde grundsätzlich vermieden, an den Zahlen, wie sie die Berechnung ergab, etwas zu Gunsten rationaler Verhältnisse abzurunden. Diese Zeichen erlauben eine leichte Uebertragung in die gnomonische Projection, indem die erste Zahl auf der Linie 001.101 als Abscisse, die zweite auf der Linie 001.011 als Ordinate aufgetragen wird.

Bei der Eintragung wurden jene Aetzflächen eingezeichnet, welche auf den Flächen 001, 102, 111, 101 entstehen. Da aber auf diesen Flächen auch steiler gestellte Aetzflächen auftreten, welche ausserhalb des projecirten Krystallraumes fallen, wurden diese Projectionspunkte in den ersten Krystallraum übertragen und durch einen angesetzten Pfeil jene Fläche angedeutet, welche geätzt werden müsste um eine Aetzfläche der projecirten Lage zu erhalten. So zeigt Nr. 25, 33, 34 einen Pfeil nach rechts oben, also sind sie durch Aetzung der Fläche 021 entstanden; 29, 30 weisen auf 210, 11, 13 auf 100 hin u. s. w.

Nummer Fig. 45	Indices	Aetzmittel	Aetzdauer	Geätzte Fläche	Fund- ort	Nr.
1 . . . .	394.0	$HNO_3 + aq$	5 Minuten	001	VII	173
2 . . . .	380.0	"	5 "	001	I	201
3 . . . .	423.0	$HNO_3 + HCl$	1 "	001	I	180 <i>a</i>
4 . . . .	470.263	"	1 "	001	I	180 <i>a</i>
5 . . . .	498.0	"	1 "	001	VIII	235
6 . . . .	180.0	"	1 "	001	VIII	235
7 . . . .	463.210	"	1 "	001	VIII	235
8 . . . .	218.0	"	3 "	001	I	185
9 . . . .	434.0	"	3 "	001	I	185
10 . . . .	579.0	"	3 "	001	I	185
11 . . . .	614.0	"	3 "	100	I	185
12 . . . .	511.342	"	3 "	001	I	185
13 . . . .	558.257	"	3 "	100	I	185
14 . . . .	459.0	rauch. $HNO_3$	3 "	001	I	301
15 . . . .	553.0	$HNO_3 + HCl$	1 "	102	II	210
16 . . . .	427.0	"	1 "	102	II	210
17 . . . .	321.0	"	1 "	102	II	210
18 . . . .	500.180	"	1 "	102	II	210
19 . . . .	17.0	"	2 "	102	II	233

Nummer Fig. 45	Indices	Ätzmittel	Ätzdauer	Geätzte Fläche	Fund- ort	Nr.
20 . . . .	268.0	$HNO_3 + HCl$	2 Minuten	102	II	233
21 . . . .	483.0	"	2 "	102	II	233
22 . . . .	559.0	"	2 "	102	II	233
23 . . . .	482.224	"	2 "	102	II	233
24 . . . .	465.123	"	2 "	210	II	233
25 . . . .	343.111	"	2 "	021	II	233
26 . . . .	507.0	"	2 "	102	I	302
27 . . . .	546.0	"	2 "	102	I	302
28 . . . .	610.0	"	2 "	102	I	302
29 . . . .	603.185	"	2 "	210	I	302
30 . . . .	468.366	"	2 "	210	I	302
31 . . . .	602.271	"	2 "	021	I	302
32 . . . .	455.244	"	2 "	021	I	302
33 . . . .	390.64	"	2 "	021	I	302
34 . . . .	418.73	"	2 "	021	I	302
35 . . . .	483.0	rauch. $HNO_3$	20 Sekunden	102	VI	240
36 . . . .	647.333	"	20 "	102	VI	240
37 . . . .	677.355	"	20 "	102	I	303
38 . . . .	572.144	"	20 "	102	II	220
39 . . . .	393.0	Verd. $HNO_3$	2 Minuten	102	II	236
40 . . . .	438.0	"	2 "	102	II	236
41 . . . .	540.62	"	2 "	102	II	236
42 . . . .	570.140	$HNO_3 + HCl$	1 "	111	I	203
43 . . . .	970.599	$Na OH$	45 "	111	I	232
44 . . . .	977.697	$KOH$	10 "	111	I	180 b
45 . . . .	974.658	"	10 "	111	I	180 b
46 . . . .	978.742	"	15 "	111	I	186
47 . . . .	980.776	"	35 "	111	VI	247
48 . . . .	953.653	"	35 "	111	VI	247
49 . . . .	940.973	"	35 "	111	VI	247
50 . . . .	562.462	"	5 "	102	II	216
51 . . . .	925.948	"	35 "	102	II	247
52 . . . .	959.659	"	35 "	102	II	247
53 . . . .	449.0	$Na OH$	45 "	102	II	218
54 . . . .	964.483	"	45 "	102	II	218
55 . . . .	899.928	$KOH$	10 "	001	I	180 b
56 . . . .	530.0	"	20 "	001	I	180 b
57 . . . .	900.950	"	20 "	001	I	180 b
58 . . . .	516.516	"	20 "	001	I	180 b
59 . . . .	553.0	"	60 "	001	I	204
60 . . . .	562.0	"	60 "	100	I	204
61 . . . .	875.887	"	60 "	101	VIII	248
62 . . . .	528.123	"	60 "	101	VIII	248

Die durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen sind durch Ringeln, die durch Alkalien hervorgebrachten durch volle Punkte bezeichnet.

Aus der Projectionsfigur lassen sich nun folgende Beziehungen entnehmen:

### 1. Säure-Aetzflächen.

Die Projectionspunkte eines grossen Theiles der durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen liegen gedrängt in der Zone [001 . 102]. Abweichungen von dieser Zone zeigen sich nur bei jenen Aetzflächen, welche auf ausserhalb dieser Zone liegenden Krystallflächen entstanden waren. Jenseits der Fläche 102 liegen nur wenige Projectionspunkte. Wenn Flächen dieser Lage auf 001 oder 102 entstehen, haben sie stets den Charakter „falscher Aetzflächen“.

Ausserhalb dieser Aetzzone treten noch andere Aetzflächen auf; diese scharen sich hauptsächlich um die Zonen [102 . 010] und [102 . 111] als die beiden einfachsten Zonen dieses Krystallraumes, und entfernen sich niemals sehr weit von 102. Die Zone [102 . 010] wird hauptsächlich von Salpetersalzsäure, [102 . 111] von rauchender Salpetersäure bevorzugt. Man kann aber diesen Zonen den Charakter von Aetzzonen in dem Sinne wie er für die Zone [102 . 001] und in früheren Arbeiten für andere Minerale gebraucht worden, nicht zuerkennen.

Während die Aetzflächen der Aetzzone diese mit Genauigkeit einhalten, wie auch aus den Aetzfiguren auf 001 und 102 zu ersehen ist, sieht man bei den in Rede stehenden Zonen ein gewisses Schwanken; die Zone wird nur mit einer gewissen Annäherung eingehalten, in ähnlicher Weise wie die Flächen der Aetzzone Positionen von einfachen Indices bevorzugen. Und dies geschieht in Fällen, wo äusserliche mechanische Gründe für diese Abweichung (wie Schleppung) durchaus nicht geltend gemacht werden können.

Es ergibt sich hieraus, dass die Definition der Aetzerscheinungen durch Aetzzonen, welche bei Zinkblende, Bleiglanz und Magnetit vollkommen ausreichte, beim Pyrit nicht genügt. Es scheint zweckmässiger zu sagen:

Beim Pyrit sind die primären Aetzflächen für Säureätzung die Pyritoöderflächen. Die Zone [102 . 001] hat den Charakter einer Aetzzone. Ausserdem liegen secundäre Aetzflächen in den einfachsten durch  $\pi$  (102) gelegten Zonen [102 . 010] und [102 . 111].

## 2. Alkali-Aetzflächen.

Bei der Aetzung mit Alkalien tritt gar keine Zone als Aetzzone hervor. Die Aetzflächen liegen fast alle in dem Krystallraum  $102.112.111.101$  und gruppieren sich einerseits um  $111$ , andererseits um  $102$ .

Man sollte danach erwarten, dass auf  $111$  die Zone  $[111.1\bar{1}1]$  oder  $[111.102]$  als Aetzzone hervorträte. Allein dies ist nicht der Fall. Die secundären Aetzflächen liegen vielmehr mit einer kleinen in ziemlich engen Grenzen schwankenden Abweichung neben der Zone  $[111.1\bar{1}1]$ . Eine andere Gruppe von Aetzflächen ist jene, welche in den Lichtfiguren mit  $\omega$  bezeichnet wurde und sich dadurch auszeichnet, dass sie im negativen Krystallraum allerdings ganz nahe an der Grenze liegt. Sie verhält sich ähnlich wie die mit  $\gamma$  bezeichneten Nebenätzflächen der Zinkblende.

In der Nähe von  $102$  finden wir Flächen, welche in der Zone  $[102.001]$ , aber nahe bei  $102$  gegen  $101$  liegen. Die einzige Ausnahme betrifft eine „falsche Aetzfläche“. Dadurch wird gewissermassen eine Fortsetzung der Säureätzzone über  $102$  hinaus angedeutet. Nebstdem liegen Aetzflächen noch mit Annäherung in der Zone  $[102.010]$  aber mit constanter Abweichung nach abwärts im Gegensatz zu den Säureätzflächen. Durch Schimmerbeobachtungen sind ausserdem noch die Zonen  $[102.111]$ ,  $[102.323]$  und  $[102.212]$  als solche angedeutet, in welchen nahe bei  $102$  Aetzflächen liegen. In der Projection konnten dieselben wegen mangelnder Goniometermessung nicht eingetragen werden. Danach lässt sich sagen:

Beim Pyrit sind für alkalische Aetzung die Flächen  $(111)$  primäre Aetzflächen, ferner etwas untergeordnet  $\pi(102)$ . Secundäre Aetzflächen nähern sich den einfachsten durch diese Flächen gelegten Zonen

Vergleicht man die Lage der durch verschiedene Aetzmittel hervorgebrachten Aetzflächen, so findet man einen auffallenden Gegensatz zwischen den Aetzflächen, welche durch Säuren und jenen, welche durch Alkalien hervorgebracht werden. Die Aetzzone  $[102.001]$  ist ausschliessliches Gebiet der ersteren, die Umgebung von  $(111)$  ausschliessliches Gebiet der letzteren. Eine Berührung findet insoferne statt, als  $\pi(102)$  bei beiden Aetzmitteln eine Rolle spielt. Die Gegensätze sind am schärfsten ausgesprochen zwischen

Alkalien einerseits und Salpetersäure andererseits. Rauchende Salpetersäure nimmt eine vermittelnde Stellung ein.

Die zuletzt angeführten Gegensätze weisen wohl wieder auf eine räumlich bestimmte Lagerung der Elementenatome innerhalb der Krystallmolekel hin, und zwar müsste man nach den in einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> entwickelten Ideen annehmen, dass die Eisenatome vorzüglich von Seite der Oktaëderflächen, die Schwefelatome von Seite der Würfelflächen zugänglich seien. Diese Annahme würde den Gegensatz in dem Verhalten der Würfelfläche und Oktaëderfläche gegen die verschiedenen Aetzmittel erklären. In der angeführten Mittelstellung der rauchenden Salpetersäure würde der Umstand zum Ausdruck kommen, dass diese Säure sowohl Eisen als Schwefel kräftig oxydirt, während Salpetersalzsäure zum Eisen, Alkalien zum Schwefel grössere Verwandtschaft besitzen.

Mit dieser Annahme ist aber nur der kleinste Theil der Erscheinungen erklärt. Viele Thatsachen bleiben noch unerklärt, namentlich alle jene, welche mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie in Zusammenhang stehen. Diese Thatsachen, welche daher gerade für den Zusammenhang mit der Molecularstructur die grösste Wichtigkeit haben, sind folgende:

1. Sämmtliche Aetzflächen liegen in positiven Krystallräumen oder doch diesen sehr nahe.

2. Sowohl bei Säure- als bei Alkaliätzung spielt die Fläche  $\pi(102)$  eine wichtige Rolle.

3. Zwischen  $\pi(102)$  und  $(001)$  liegt eine ausgesprochene Aetzzone, während solche dem Krystalraum  $102.112.111.101$  fehlen.

Diese Thatsachen können nur mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie zugleich erklärt werden. Aus der Bravais-Frankenheim'schen Theorie sind sie eben so wenig ableitbar, als die Hemiëdrie selbst. Die Ursache dieser Erscheinungen müsste also innerhalb der Bravais'schen Krystallmolekel gesucht werden, in dem Aufbau derselben aus kleineren Theilchen. Hierüber scheint gegenwärtig noch eine gewisse Zurückhaltung geboten. Jedenfalls ist das Vergleichen verschiedener Krystalltypen der Weg, auf welchem wir den Fortschritt zu suchen haben. In dieser Beziehung lassen sich folgende Punkte schon jetzt hervorheben:

<sup>1)</sup> Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe. Diese Mitth. VII, pag. 246.



1. Der Bau der Würfelfläche des Pyrit lässt sich sehr gut vergleichen mit dem der Zinkblende; nur hat man die eine Fläche gegen die andere um  $45^\circ$  zu verwenden. Den gleichen Bau scheint auch die Dodekaëderfläche des Magnetit zu haben. Die Dodekaëderfläche des Bleiglanz verhält sich zwar bei Aetzung mit Säuren ähnlich, allein sie liegt auch bei Aetzung mit Alkali in einer Aetzzone, welche sich in der Dodekaëderfläche mit der Säureätzzone rechtwinklig kreuzt, was bei den ersteren nicht der Fall ist.

2. Die Dodekaëderfläche (101) des Pyrit zeigt ebenfalls einige Aehnlichkeit mit der gleichen Fläche der Zinkblende. Wiederum sind die gleichwerthigen Richtungen verschieden orientirt. Bei der Aetzung mit Alkalien zeigen sich jedoch Verschiedenheiten.

3. Bezüglich der Oktaëderfläche ist Folgendes zu bemerken: An den bisher untersuchten tesseralen Mineralen kann man dreigliedrige und sechsgliedrige Oktaëderflächen unterscheiden. Erstere liegen im Kreuzungspunkte von drei gleichen Aetzzonen, letztere im Kreuzungspunkte von sechs Aetzzonen, die zu dreien gleich sind, aber abwechselnd ungleich und welche durch verschiedene Aetzmittel hervorgerufen werden.

Zu den sechsgliedrigen gehören:  $\times$  (111) der Zinkblende, (111) von Magnetit und Linnéit; zu den dreigliedrigen  $\times$  ( $\bar{1}\bar{1}1$ ) der Zinkblende und (111) des Bleiglanz. An die letzteren schliesst sich (111) des Pyrit an, indem es Hauptätzfläche für eine Art von Aetzung ist, für die andere Art sich wie eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche verhält. Allein sie unterscheidet sich dadurch, dass von ihr keine Aetzzonen ausgehen.

4. Gänzlich abweichende Verhältnisse bietet die Pyritoëderfläche dar. Besonders eigenthümlich ist ihr Verhalten bei alkalischer Aetzung. Während sie der Würfelfläche gegenüber die Rolle einer Aetzfläche spielt, erhält sie selbst Aetzhügel, gebildet von Oktaëderflächen. Bei der Aetzung der Oktaëderfläche selbst kommt sie wenigstens bei normalen Pyriten nicht zum Vorschein.

Ueber das Verhalten der Aetzflächen zum Parametergesetz ist schliesslich nur zu bemerken, dass die Erfahrungen am Pyrit die früher gemachten Beobachtungen bestätigen. Namentlich in der Aetzzone ist die Anhäufung der Aetzflächen in bestimmten Gruppen deutlich. Für mehrere dieser Gruppen lässt sich die Annäherung an Flächen mit relativ einfachen Indices darthun.

So kommen die Projectionspunkte

1, 2, 39	der Lage von 205
3, 9, 16, 40	" " " 307
5, 21, 26, 35	" " " 102
15, 22, 27, 59, 60	" " " 509

nahe, welche die einfachsten auf dieser Strecke möglichen Axenschnitte darstellen.

Auch unter den ausserhalb der Aetzzone liegenden Aetzflächen beobachtet man ähnliche Gruppen:

4, 7, 23, 32	liegen nahe bei 214
36, 37	" " " 213
45, 48, 52	" " " 323.

Unter denselben Gesichtspunkt fällt auch eine eigenthümliche und lehrreiche Erscheinung, welche bei alkalischer Aetzung der Pyritoöderfläche beobachtet wird.

Bei fortschreitender Aetzung ändert sich nämlich das Azimut der vorherrschenden Aetzflächen, dabei ist aber immer eine Bevorzugung der einfachsten, durch  $\pi$  (102) gelegten Zonen zu erkennen. Besonders deutlich ist das an den Schimmermessungen zu erkennen. Zuerst liegen die Aetzflächen nahezu in dem Azimut der Zone [102.010]; dann in den Zonen [102.111] und [102.323], endlich in den Zonen [102.111] und [102.212]. Die bezüglichlichen Messungen zeigt folgende kleine Tabelle:

Fundort	Nr.	Aetzmittel	Aetzdauer	Schimmerwinkel	
				gemessen	gerechnet
II	216	KOH	5 Min.	174°	180° [102.010]
II	217	"	10 "	132°	131° 49' [102.111]
				112°	112° 18' [102.323]
II	218	NaOH	45 "	133·3°	131° 49' [102.111]
				93·6°	96° 22' [102.212]

## V. Die Aetzflächen sind Flächen grössten Lösungswiderstandes.

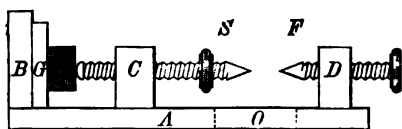
Nach den von mir in früheren Arbeiten ausgeführten Vorstellungen verrathen sich in den primären Aetzflächen die Flächen grössten Lösungswiderstandes. Ich suchte auch beim Pyrit diese

Anschauung experimentell zu prüfen, indem die Dickenabnahme bei der Aetzung an mehreren parallelen Flächenpaaren desselben Krystalles gemessen wurde.

Da die Löslichkeit des Pyrit in schmelzenden Alkalien eine geringe ist und überhaupt bei dieser Aetzung wegen der nothwendigen Anwendung kleiner Gefässe gleichartige Verhältnisse an verschiedenen Stellen des Krystalls schwer herstellbar waren, beschränkte ich mich vorläufig auf Salpetersalzsäure.

Da nach den Auseinandersetzungen des III. Abschnittes für Säuren die Flächen  $\pi(102)$  primäre Aetzflächen, das Zonenstück  $[102.001.\bar{1}02]$  Aetzzone ist, durfte ich erwarten, dass die Dickenabnahme auf  $(001)$ ,  $\pi(102)$  eine geringere sein werde, als auf den Flächen  $(101)$ ,  $\pi(201)$ ,  $(111)$ .

Zur Dickenmessung konnte ich Dank der Zuvorkommenheit meines geehrten Collegen, Professor T a n g l, ein dem botanischen Universitäts-Institut gehöriges Schraubenmikrometer von Zeiss verwenden. Dasselbe besitzt eine Schraubenspindel deren Umgang = 0.2 Millimeter. Die Trommel ist in 100 Theile getheilt, Zehntel derselben konnten noch geschätzt werden.



Um die Messung der Krystalldicke unter dem Mikroskop auszuführen, wurde mit demselben ein zweiter Apparat verbunden, welchen Fig. c in halber Grösse zeigt.

Auf einer bei o durchbrochenen Metallplatte A ist ein Widerlager B senkrecht aufgenietet, auf welches eine Spiegelglasplatte G aufgekittet ist. Ausserdem trägt A noch zwei kurze Säulen C, D, in welche die Muttern für zwei gleichmässig gearbeitete Schrauben S und F eingeschnitten sind. Schraube S (Stellschraube) ist am linken Ende abgerundet, am rechten Ende trägt sie einen gerändelten Knopf und läuft in eine feine Spitze aus. Die andere Schraube F (Fixschraube) hat am linken Ende ebenfalls eine feine Spitze, am anderen Ende einen Knopf. Sie behält während einer ganzen Versuchsreihe unverändert dieselbe Stellung. Herr Professor H a n d l hatte die Güte, den beschriebenen Apparat im physikalischen Universitäts-Institut ausführen zu lassen, wofür ich an dieser Stelle meinen lebhaften Dank ausspreche.

Um mit diesem Apparat die Dickenabnahme eines Krystalles zu messen, wurde derselbe zwischen  $G$  und das abgerundete Ende von  $S$  gebracht; um zu vermeiden, dass sich dieses in die Oberfläche des Krystalles einbohre, wurde derselbe noch mit einem planparallelen Glasplättchen gedeckt. Die Schraube  $S$  wurde bis zur leichten Klemmung des Krystalles angezogen.

Dann wurde mittelst des Schraubenmikrometers die Entfernung der beiden Spitzen  $F$  und  $S$  unter dem Mikroskop gemessen. Wenn dieselbe Messung nach der Aetzung wiederholt wird, so wird diese Entfernung grösser gefunden; die Differenz entspricht der Dicke der gelösten Schichte.

Bei der Messung unter dem Mikroskop ist auf folgende Momente Rücksicht zu nehmen. Eine richtige Ermittlung der absoluten Länge zwischen den beiden Spitzen vor und nach der Aetzung, also auch der absoluten Dicke der gelösten Schichten, würde erfordern, dass die Verbindungslinie beider Spitzen genau durch die Axe der Schraube  $S$  und gleichzeitig genau parallel der Schraubenaxe des Schraubenmikrometers gehe. Dies war jedoch nur annähernd der Fall. Da indessen die absoluten Werthe nicht gesucht wurden, sondern bloss das Verhältniss der Dicken gleichzeitig gelöster Schichten auf verschiedenen Krystallflächen, so genügt es dafür zu sorgen, dass der Fehler bei allen Messungen möglichst der gleiche sei, was offenbar dann der Fall war, wenn die Mikrometeraxe und die Axe der Schraube  $S$  bei allen Messungen denselben kleinen Winkel einschlossen. Da die rechteckige Grundplatte mit ihren Kanten genau auf den verschiebbaren Schlitten des Mikrometers passte, konnte dieser Bedingung mit genügender Genauigkeit entsprochen werden.

Dagegen war ein anderer Fehler des Apparates schwieriger zu eliminiren. Die Spitze von  $S$  lag nämlich nicht genau in der Axe der Bewegung von  $S$ ; wurde  $S$  gedreht, so beschrieb die Spitze von  $S$  kleine Excursionen, durch welche sie bald vor bald hinter der Spitze  $F$  erschien. Dieser Fehler ist dann von Einfluss, wenn der Ocularfaden im Mikroskop, auf welchen beide Spitzen eingestellt wurden, einen schiefen Winkel mit der Axe des Schraubenmikrometers bildet (vergl. Fig.  $d$ ).

Beträgt die seitliche Entfernung der Spitze  $S$  von der durch  $F$  gelegten Bewegungsrichtung der Mikrometerschraube  $d$ , der Winkel,

den der Ocularfaden mit dieser Richtung bildet  $\alpha$ , so ist der Fehler  $\delta$ , um den zu viel oder zu wenig gemessen wird:

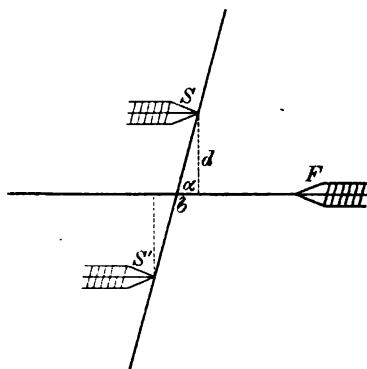
$$\delta = d \cdot \cot \alpha$$

$\delta$  wird = 0 wenn  $\alpha = 90^\circ$ . Diese für den Ocularfaden erforderliche Stellung wurde dadurch erzielt, dass das Ocular mit einem Oculargoniometer versehen wurde. Der Ocularfaden wurde zuerst der Bewegung des Mikrometers parallel gestellt, die Stellung des Theilkreises abgelesen und dann das Ocular um  $90^\circ$  gedreht.

Da  $d$  im Maximum 0.1 Millimeter war und die Einstellung auf  $1.4^\circ$  genau erfolgen konnte, ist der noch mögliche Fehler

$$\delta = 0.1 \cot 89^\circ 45' = 0.000,004 \text{ Millimeter}$$

also jedenfalls als eliminirt zu betrachten.



Bei dem benützten Apparat war nun noch eine mögliche Fehlerquelle darin, dass wegen der nicht genau centrischen Lage der Spitze von  $S$  diese bald über bald unter dem Horizonte von  $F$  lag und eine etwas verschiedene Einstellung des Mikroskopes erforderte, je nachdem  $S$  oder  $F$  scharf sichtbar sein sollte. Wenn die Axe des Mikroskopes nicht genau senkrecht gegen die Mikrometeraxe lag, konnte hiedurch ein ähnlicher

Fehler entstehen wie früher. Dieser Fehler wurde dadurch eliminirt, dass der ganze Apparat um  $180^\circ$  in der Horizontalebene gedreht und die Messung wiederholt wurde. Aus beiden Messungen wurde das Mittel genommen. Uebrigens zeigten die so gewonnenen Resultate so geringe Unterschiede, dass die Neigung der Mikroskopaxe von  $90^\circ$  jedenfalls sehr wenig verschieden war.

Die Messungen wurden mit einem Zeiss'schen Mikroskop bei 100facher Vergrößerung vorgenommen. Das Ocular enthielt statt eines Fadenkreuzes sieben in passenden Abständen verlaufende parallele Linien, welche vor dem Beginn einer jeden Messungsreihe mittelst des Oculargoniometers senkrecht zur Axe des Schraubenmikrometers eingestellt wurden.

Unter Berücksichtigung der oben entwickelten Momente ergibt sich folgendes Verfahren für die Messung.

Der Hilfsapparat wurde von dem Mikrometer abgenommen, mit dem Fortsatz *B* horizontal gestellt, der Krystall bedeckt mit dem Glasplättchen auf die Spiegelglasplatte gebracht und die Stellschraube *S* bis zur leichten Klemmung des Krystalls herabbewegt. Dann wurde der Hilfsapparat mit parallelen Kanten auf den beweglichen Schlitten des Schraubenmikrometers gebracht. Durch Bewegen der Schraube in derselben Richtung wurden nacheinander zuerst die Spitze *S* auf alle sieben parallelen Linien im Ocular eingestellt und die betreffenden Stellungen der Mikrometerschraube notirt, dann die Spitze *F* auf dieselben Linien eingestellt und wiederum die Stellungen der Schraube abgelesen. Die Differenzen je zweier auf dieselbe Linie im Ocular bezüglichen Ablesungen gaben sieben Werthe für die Entfernung der Spitzen, deren Mittel genommen wurde. Die ganze Messung wurde nach neuerlicher Einstellung der Stellschraube *S* mehrmals (6—10mal) wiederholt.

Nachdem sämtliche Flächenpaare des Krystalls in der beschriebenen Weise gemessen waren, wurde das Schraubenmikrometer herabgenommen, in der um  $180^\circ$  gedrehten Lage befestigt, die Stellung des Ocularfadens wenn nöthig corrigirt und nun die Messungsreihe wiederholt. Aus den in beiden Reihen erhaltenen Werthen wurde das Mittel genommen. In derselben Weise wurde verfahren, nachdem der Krystall geätzt worden. Die Differenz der Resultate am ungeätzten und geätzten Krystall gab die gesuchte Dickenabnahme auf jedem Flächenpaare.

Aus den Abweichungen vom Mittel wurde der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messungen und des schliesslichen Resultates berechnet.

### Herstellung der Präparate.

Nach mehreren zum Theil missglückten Vorversuchen, welche namentlich daran scheiterten, dass die angewandten Pyrite nicht einschlussfrei sich erwiesen, wurden die entscheidenden Messungen an zwei Krystallen von Traversella durchgeführt. Die Flächenpaare wurden mit möglichster Sorgfalt in der verlangten Richtung angeschliffen und polirt. Die richtige Lage der angeschliffenen Flächen wurde durch Messung controlirt. Die Abweichung von der theoretischen Lage war in der Regel kleiner als  $20'$  ausnahmsweise erreichte sie den Betrag von  $1^\circ$ .

Noch genauer wurde der Parallelismus zweier zu einem Flächenpaare gehöriger Flächen angestrebt, da eine geringe Abweichung von der parallelen Lage bereits merkliche Fehler veranlassen konnte. Im Allgemeinen war dieser Fehler meist unter  $10'$ , im Maximum betrug er  $15'$ . In diesem ungünstigsten Falle gibt ein solches Flächenpaar an zwei um 1 Millimeter entfernten Stellen gemessen, schon einen Unterschied in der Dicke von 0.066 Millimeter. Ich suchte diesen Fehler dadurch unschädlich zu machen, dass der Krystall vor und nach der Aetzung möglichst genau in derselben Stellung eingeklemmt wurde, so dass sich die beiden Messungen auf Stellen der Platte bezogen, welche sicher nie mehr als höchstens  $\frac{1}{4}$  Millimeter von einander entfernt waren. Ausserdem wurde jede Messung mehrmals wiederholt, und das Mittel genommen.

An dem ersten Krystalle waren Flächenpaare angeschliffen worden in folgenden Richtungen:

$h_1$	100	und	$\bar{1}00$
$h_2$	001	"	$00\bar{1}$
$d$	$1\bar{1}0$	"	$\bar{1}10$
$+p$	210	"	$\bar{2}10$
$o$	$1\bar{1}\bar{1}$	"	$\bar{1}11$

Am zweiten Krystall wurden folgende Flächenpaare angeschliffen:

$h_1$	100	und	$\bar{1}00$
$h_2$	010	"	$0\bar{1}0$
$h_3$	001	"	$00\bar{1}$
$d$	110	"	$\bar{1}\bar{1}0$
$+p$	102	"	$10\bar{2}$
$-p$	012	"	$0\bar{1}\bar{2}$
$o$	$1\bar{1}1$	"	$\bar{1}1\bar{1}$

Die Aetzung wurde an beiden Krystallen in gleicher Weise durchgeführt. Ein Gemenge von 20 Cubikcentimeter reiner Salpetersäure und von 20 Cubikcentimeter reiner Salzsäure wurde im Becherglase erwärmt und der Krystall in einem Probirröhrchen, dessen Boden breit durchbohrt war, eingeführt und unter beständigen Umschütteln durch vier Minuten der Einwirkung der Säure ausgesetzt.

Um die Art der Messung zu illustriren, mögen einige Beobachtungen an dem Krystall I in extenso mitgetheilt werden.

## I. Messung der Dicke vor der Aetzung:

Flächenpaar  $h_1$ .

## A. Mikrometer rechts.

Entfernung der Spitzen  $S$  und  $F$  in Theilen der Mikrometer-  
trommel.<sup>1)</sup> Einstellung von

	$S$	$F$	Differenz
auf den 1. Faden	4346·7	3638·4	708·3
" " 2. "	4246·8	3539·1	7·7
" " 3. "	4147·0	3439·0	8·0
" " 4. "	4047·2	3338·8	8·4
" " 5. "	3946·8	3239·0	7·8
" " 6. "	3846·2	3138·3	7·9
" " 7. "	3746·4	3038·8	7·6

Mittel: 708·0

Die Messung wurde in derselben Art unter Neueinstellung des  
Krystalles und der Stellschraube  $S$  sechsmal wiederholt und ergab  
folgende Mittelwerthe:

Entfernung der Spitzen $S$ und $F$	$\Delta$	$\Delta^2$
708·0	— 0·8	0·64
708·9	+ 0·1	0·01
710·5	+ 1·7	2·89
708·3	— 0·5	0·25
709·9	+ 1·1	1·21
706·9	— 1·9	3·61

Mittel: 708·8       $\Sigma \Delta^2 = 8·61$ 

## B. Mikrometer links.

Nach der Umdrehung des Mikrometers gab dasselbe Flächen-  
paar folgende Zahlen:

Entfernung der Spitzen $S$ und $F$	$\Delta$	$\Delta^2$
704·4	— 2·1	4·41
707·2	+ 0·3	0·09
707·3	+ 0·4	0·16
706·5	— 0·4	0·16
707·0	+ 0·1	0·01
708·6	+ 1·7	2·89
706·9		$\Sigma \Delta^2 = 7·72$

<sup>1)</sup> Ein Theilstrich = 0·002 Millimeter.



Hieraus das Mittel für die Entfernung der Spitzen vor der Aetzung: 707·9.

## II. Messung der Dicke nach der Aetzung:

Nach der Aetzung wurden für  $h_1$  folgende Mittelwerthe erhalten:

Mikrometer rechts: 735·4  $\Sigma \Delta^2$  31·31

„ links: 734·2  $\Sigma \Delta^2$  15·59

---

Mittel: 734·8

Für die Dickenabnahme ergibt sich die Differenz 734·8 — 707·9 = 26·9. Aus den unter  $\Sigma \Delta^2$  stehenden Summen der Fehlerquadrate ergibt sich der wahrscheinliche Fehler des Resultates =  $\pm 0·97$ , so dass für das Flächenpaar  $h_1$  folgende Zahl für die Dickenabnahme herauskommt:

$$h_1 = 26·9 \pm 0·97$$

In gleicher Weise sind auch die übrigen Flächenpaare behandelt worden. Die Zahlen sind folgende:

$$h_1 = 26·9 \pm 0·97$$

$$h_2 = 26·2 \pm 0·72$$

$$p = 29·2 \pm 0·68$$

$$d^1) = 49·1 \pm 0·86$$

$$o = 47·1 \pm 1·08$$

Berechnet man hieraus die relative Dicke der gelösten Schichten indem man das Mittel der für  $h_1$  und  $h_2$  erhaltenen gleich 1 setzt, so erhält man:

$$h = 1$$

$$p = 1·10$$

$$d = 1·84$$

$$o = 1·78$$

mit einer Unsicherheit von etwa 5 Einheiten der 2. Decimale.

---

<sup>1)</sup> Es muss bemerkt werden, dass die Zahlen für  $d$  und  $o$  wahrscheinlich nicht fehlerfrei sind, da die Flächen  $\bar{1}10$  und  $\bar{1}11$  bei der Aetzung durch entstandene Sprünge gelitten hatten.

Der Krystall II lieferte folgende Zahlen<sup>1)</sup>:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 26.1 \pm 0.75 \\ h_2 &= 26.5 \pm 0.66 \\ h_3 &= 28.7 \pm 0.53 \end{aligned} \right\} 1$$

$$\begin{aligned} + p &= 29.2 \pm 0.58 & 1.08 \\ - p &= 41.0 \pm 0.52 & 1.51 \\ d &= 42.4 \pm 0.53 & 1.56 \\ o &= 40.2 \pm 0.69 & 1.48 \end{aligned}$$

Zu diesen Zahlen ist Folgendes zu bemerken: Bei Krystall II lieferten 2 Würfelflächen nahe übereinstimmende, die dritte dagegen eine zu grosse Zahl. Es ist dies höchst wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Flächenpaar  $h_3$  von kleinen Facetten gebildet wurde, welche circa fünfmal weniger Flächeninhalt besaßen als die anderen Würfelflächen.

Wenn daher derartige Messungen mit Anspruch auf grössere Genauigkeit wiederholt werden sollten, so müsste darauf Bedacht genommen werden, dass die zu vergleichenden Flächenpaare möglichst gleichen Flächeninhalt und gleiche Form besitzen. Es würde sich daher empfehlen, in Zukunft nur je drei Flächenpaare in solcher Orientirung anzuschleifen, dass sie einen Würfel ergeben.

Von diesen Differenzen abgesehen, zeigt die Uebereinstimmung der gleich ausgedehnten Würfelflächen bei Krystall I und II, dass die Methode brauchbare Resultate zu liefern im Stande ist. Auch in der Uebereinstimmung der Zahlen für  $h$  und  $+p$  beim ersten und zweiten Krystall liegt ein Beweis für die Brauchbarkeit dieser Art der Untersuchung. Bei Berücksichtigung der hier gemachten Erfahrungen dürfte es daher gelingen, Zahlen zu erhalten, welche eine eingehendere mathematische Behandlung vertragen.

Es könnte vielleicht gelingen, eine Lösungsfläche aus den Messungen zu berechnen, welche angeben würde, wie weit die Lösung von einem Punkte im Innern des Krystalls ausgehend, nach allen Richtungen in derselben Zeit fortschreitet.

Ich halte jedoch die bis jetzt gewonnenen Zahlen noch nicht für genau genug, um einen solchen Versuch jetzt schon zu wagen.

<sup>1)</sup> Der wahrscheinliche Fehler erscheint hier geringer, da jede Messung nicht 6 Mal wie im früheren Falle, sondern 10 Mal wiederholt wurde, bei den Relativzahlen beträgt die Unsicherheit etwa 3 Einheiten der 2. Decimale.

Indessen lässt sich mit vollkommener Sicherheit Folgendes entnehmen:

Die Würfffläche erweist sich als die Fläche grössten Lösungswiderstandes. Ihr zunächst kommt die Fläche des positiven Pyritoëders. Ein grosser Sprung trennt diese beiden Formen von den übrigen. Das Rhombendodekaëder erscheint unter allen untersuchten Formen als diejenige, welche den geringsten Lösungswiderstand besitzt, doch muss betont werden, dass ebenso, wie der Unterschied zwischen Würfel und + Pyritoëder ein geringer, die Unterschiede zwischen Dodekaëder, — Pyritoëder und Oktaëder vergleichsweise geringfügig sind.

Vergleicht man diese Resultate mit den oben mitgetheilten Untersuchungen über die Aetzflächen, denen zu Folge, bei Aetzung mit Säuren, die + Pyritoëderflächen als primäre Aetzflächen und das Zonenstück zwischen der Würfffläche und den beiden benachbarten Pyritoëderflächen [ $\pi(2\bar{1}0) \cdot 100 \cdot \pi(210)$ ] als Aetzzone charakterisirt wurde, so ergibt sich in schönster Uebereinstimmung mit den Messungsergebnissen am Magnetit, dass die Flächen der Aetzzone den grössten Lösungswiderstand besitzen.

### Schlussbemerkungen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Aetzfiguren, welche der Pyrit bei Aetzung mit Säuren und Alkalien annimmt, entsprechen der Symmetrie des tesserale Krystallsystems mit pyritoëdrischer Hemiëdrie. Die vorkommenden Abweichungen lassen sich durch die Tektonik erklären.

2. Bei der Aetzung mit Säuren sind die Flächen von  $\pi(102)$  primäre Aetzflächen, das Zonenstück [ $\pi(102) \cdot 001$ ] verhält sich wie eine Aetzzone. Ausserdem treten Aetzflächen in den einfachsten durch  $\pi(102)$  gelegten Zonen auf.

Dem entsprechend entstehen auf den Flächen von  $\pi(102)$  und  $(001)$  Aetzgrübchen, auf  $(111)$ ,  $(101)$ ,  $\pi(201)$  Aetzhügel.

3. Bei der Aetzung mit Alkalien sind die Flächen von  $(111)$ , untergeordnet die von  $\pi(102)$  primäre Aetzflächen. Aetzzone ist keine vorhanden, secundäre Aetzflächen liegen in den einfachsten, durch  $(111)$  und  $\pi(102)$  gelegten Zonen. Dem entsprechend entstehen auf

(001) und (101) Aetzhügel, auf (111) Aetzgrübchen, auf  $\pi(102)$  kommen Aetzgrübchen und Hügel nebeneinander vor.

4. Sämmtliche Aetzflächen des Pyrit liegen in positiven Krystallräumen oder doch nahe an der Grenze derselben.

5. Bei der Aetzung mit Säuren bieten die Flächen der Aetzzone  $\pi(102)$  und (001) der Auflösung einen grösseren Widerstand als die ausserhalb derselben liegenden  $\pi(201)$ , (101), (111).

Czernowitz, Mineralog. Universitäts-Institut, November 1886.

### Erklärung der Tafel II.

- Fig. 1. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Verdünnte Salpetersäure. 5 Minuten Aetzdauer. Vergr. 500/1.
- „ 2. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. Vergrößerung 750/1. *a b* die häufigste Form, *a* mit seichterem, *b* mit tieferem Centraltheil; *c d e* Verzerrungen durch übermässige Ausdehnung einzelner Flächen entstanden. *f g* seltenere Form, bei welcher blos die beiden nächsten Flächen  $\pi(h 0 k)$  auftreten. *h* die feinen Rinnen, welche über die ganze Fläche verbreitet die Streifung hervorrufen.
- „ 3. Lichtfigur des Präparates, dessen Aetzfiguren in Fig. 2 dargestellt sind. Um die Lage der Aetzflächen besser zu fixiren, sind die Projectionspunkte von  $\pi(102)$ ,  $\pi(214)$  und  $\pi(213)$  eingezeichnet. Die sämmtlichen Lichtfiguren sind nach denselben Principien und nach demselben Massstab gezeichnet wie in meinen früheren Arbeiten. Vergl. diese Mitth. VI. 275.
- „ 4. Aetzfiguren auf 001. Würfel aus Chloritschiefer. Salpeter-Salzsäure. Vergrößerung 400/1. Der Centraltheil klein, canalartig eingesenkt; kahnförmige Rinnen zwischen den grösseren Figuren in grosser Zahl und Schärfe.
- „ 5. Lichtfigur auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Figur ist in stereometrischer Projection entworfen  $r = 30$  Millimeter. Die Durchkreuzungspunkte der eingetragenen Zonenkreise geben die Positionen von  $\pi(102)$  und  $\pi(214)$  an. Um Raum zu sparen ist nur der mittlere Theil des Projectionbildes gezeichnet.
- „ 6. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Sekunden. Vergrößerung 800/1.
- „ 7. Lichtfigur auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Linien geben die Zonen  $[001 \cdot \pi(102)]$  und  $[\pi(102) \cdot 111]$  an.
- „ 8. Aetzfiguren auf  $\pi(102)$ . Elba. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. *efg* vollkommen ausgebildete, isolirte Aetzfiguren. *a b c d* verschiedene Formen des centralen tiefer eingesenkten Theiles. *h* seichte Grübchen, welche dicht gedrängt den Raum zwischen den grossen Figuren erfüllen. Vergrößerung 420/1.
- „ 9. Aetzfiguren auf  $\pi(102)$ . Traversella. Aetzung wie bei Fig. 8.

**Fig. 10.** Lichtbild der Flächen  $\pi(102)$  und  $\pi(\bar{1}02)$ . Elba, zu Fig. 8 gehörig. Es sind zur Orientirung die Projectionspunkte von 102 und 214 eingezeichnet. Die ganze Figur ist auf 001 projecirt und gewendet dargestellt; d. h. der untere Theil erscheint eigentlich auf der Fläche 102, der obere auf 102.

- „ 11. Lichtbild der Fläche 102 eingetragen in sphärischer Projection. Auch hier sind die Reflexe nicht so eingezeichnet, wie sie gesehen werden, sondern gewendet, so dass sie der Projection entsprechen. Mit Ringen sind die den Seitenflächen II und III entsprechenden Positionen des Krystalls 233, eingezeichnet. Die geschummerten Reflexe beziehen sich auf Krystall 302. Vergl. Text pag. 262. Mit strichpunktirten Linien sind 3 Schimmerazimute eingetragen, deren zugehörige Reflexe goniometrisch nicht bestimmt werden konnten. Die eingezeichneten Zonenkreise schneiden sich in den Projectionspunkten von  $\pi(102)$  und  $\pi(214)$ .
- „ 12. Aetzfiguren auf der Fläche  $\pi(102)$ . Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Sec. Senkrecht gestreiftes Pyritoöder von Elba. Vergrößerung 800/1.
- „ 13. Lichtfigur auf  $\pi(102)$ . Horizontal gestreiftes Pyritoöder von Traversella, wie bei Fig. 12. Die Figur ist nicht gewendet gezeichnet, d. h. so wie sie bei richtiger Stellung der Fläche 102 gesehen wird. Die eingezeichneten Linien entsprechen den Zonen 101 . 102 . 001 und 111 . 101 .  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ . Gnomonische Projection auf 102.
- „ 14. Lichtfigur auf  $\pi(102)$ . Senkrecht zur Grundkante gestreiftes Pyritoöder von Elba. Verdünnte Salpetersäure. Aetzdauer 2 Minuten. Zeichnung wie bei Fig. 13.
- „ 15. Aetzhügel auf 111. Traversella. Die Combinationskante 111 . 001 ist hier und bei den Figuren 16 u. 17 oben und horizontal zu denken. Vergr. 800/1. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Min.
- „ 16. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Oktaëdrischer Krystall. Oben tiefes Aetzgrübchen von (001) und  $\pi(102)$  gebildet. In der Mitte flache Aetzgrübchen. Momentane Aetzung in concentrirter Salpetersäure. Vergr. 250/1.
- „ 17. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Cuboktaëder. Rauchende Salpetersäure. Vergr. 400/1.
- „ 18. Aetzhügel auf 101. Traversella. Angeschliffene Fläche. Salpeter. Salzsäure.
- „ 19. Aetzhügel auf  $\pi(201)$ . Angeschliffene Fläche.

### Erklärung der Tafel III.

**Fig. 20 a)** Orientirung der Aetzfiguren auf 111 bei alkalischer Aetzung.

- „ 20 b) Lichtbild der Fläche 111. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten.
- „ 21. Aetzfiguren auf 111. Vom selben Präparat, dessen Lichtbild in Fig. 20 gezeichnet ist. Oben die eigenthümlich abgestumpfte Kante 111 . 001. Vergrößerung 200/1.
- „ 22. Lichtfigur auf 111. Pyrit von Elba. Aetzkali. 35 Minuten Aetzdauer. Die Figur ist in doppeltem Massstabe wie die übrigen gezeichnet.
- „ 23. Aetzfiguren auf 102. Pyrit von Elba. Aetzkali. 5 Minuten Aetzdauer. Vergrößerung 600/1.

Fig. 24. Zugehöriges Lichtbild.

- " 25. Aetzfiguren wie Fig. 23. Aetzdauer 10 Minuten. Unten die mit parasitischen Aetzhügeln bedeckte „falsche“ Aetzfläche. Dort wo diese und die stellen Seitenflächen zusammentreffen der Abguss eines in die Tiefe steigenden Canales. Vergrößerung 600 $\times$ l.
- " 26. Lichtbild von  $\pi$  (102). Pyrit von Elba. Aetzkali. Aetzdauer 35 Minuten. Es ist derselbe Krystall benützt, dessen Oktaëderfläche das Lichtbild Fig. 22 liefert. Man hätte sich dasselbe links oben im Zusammenhang zu denken, derart, dass die mit gleichem Buchstaben bezeichneten Reflexe nahezu zusammenfallen. (Dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass Fig. 22 in doppeltem Massstab gezeichnet ist.)
- " 27. Aetzfiguren auf  $\pi$  (102). Pyrit von Elba. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten. a) Aetzhügel die unteren mit Zuschärfung der Mittelkante. b) Gruppe von Aetzgrübchen. c) sehr flache Aetzgrübchen in nahezu rechtwinkelige Streifung übergehend. Bemerkenswerth ist wieder der Gegensatz der glatten Seitenflächen zu der rauhen mit parasitischen Aetzhügeln bedeckten unteren Fläche („falsche“ Aetzfläche). Vergrößerung 600 $\times$ l.
- " 28. Zugehöriges Lichtbild.
- " 29. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. 20 Min. Aetzdauer. Das Lichtbild ist in sphärischer Projection dargestellt.
- " 30. Specielle Projection des Reflexes  $w_3$  der vorigen Figur. (Vergl. Text pag. 284.)
- " 31. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde.
- " 32. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Dauer der Einwirkung 10 Minuten. Vergr. 800 l.
- " 33. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Dauer 1 Stunde. Combination von Oktaëder und Pyritoëder darstellend. Vergr. 800 $\times$ l.
- " 34. Aetzhügel (Oktaëder) und Aetziriefen (Pyritoëder) auf einer anderen Stelle derselben Würfelfläche. Vergr. 800 $\times$ l.
- " 35. Aetzhügel (Combination von Oktaëder und Pyritoëder) auf der Dodekaëderfläche (101). Angeschliffene Fläche an einem Würfel aus Chloritschiefer. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde. Vergr. 550 $\times$ l.

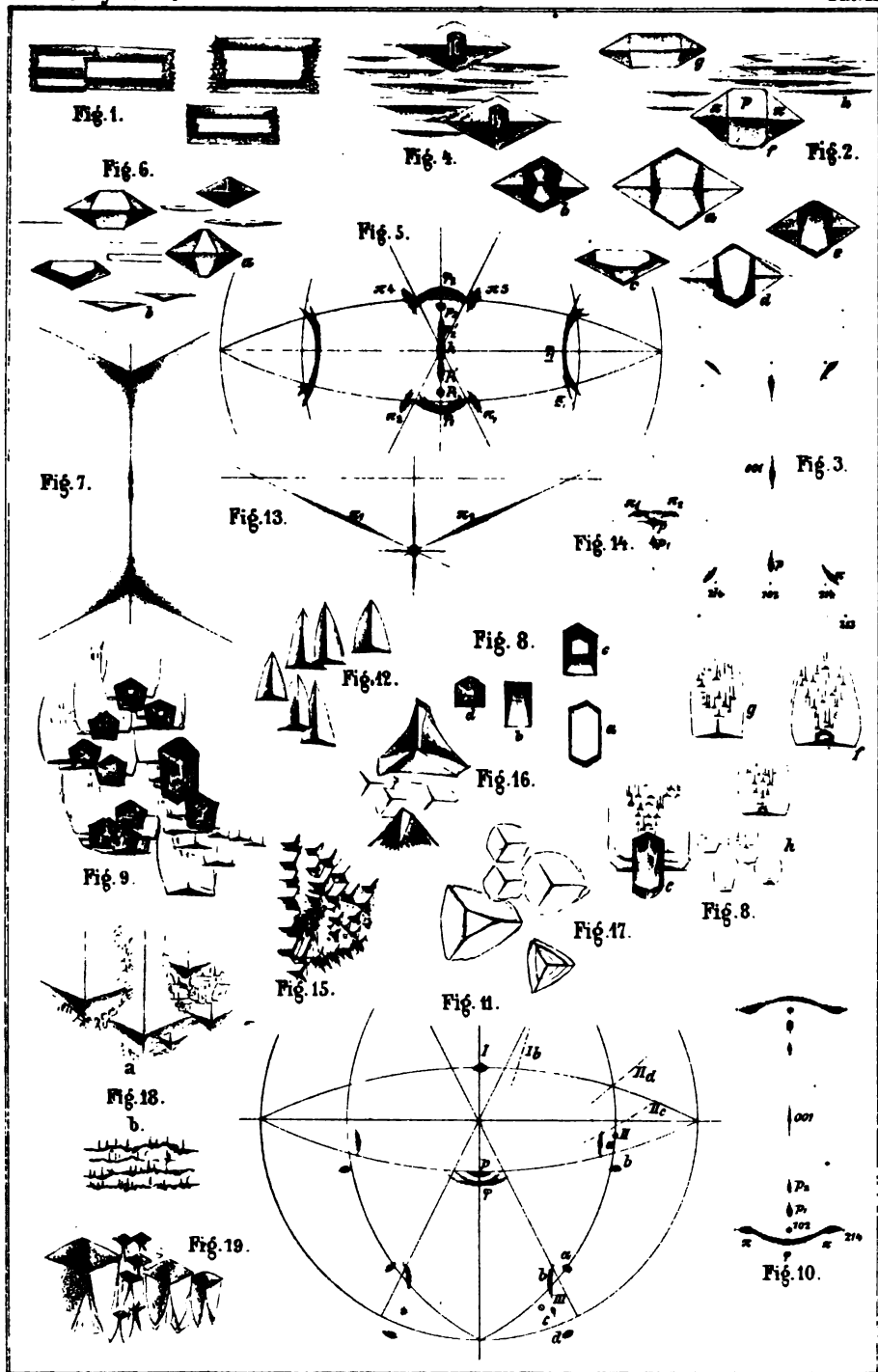
#### Erklärung der Tafel IV.

- Fig. 36. Pyrit von Pfibram. Abgeschliffene Spaltfläche nach 100. Der untere Theil der Platte ist vertieft und zeigt nur durch Spaltung erhaltene Oberfläche. Aetzung mit Salpeter-Salzsäure.
- " 37. Zugehöriges Lichtbild in stereographischer Projection. Die Reflexe  $h_{II}$   $p_{II}$  rühren her von den Sektoren  $b$ , die Reflexe  $p_I$  von den Sektoren  $a$ . Durch kleine Ringeln ist die Position der Flächen von  $\pi$  (210) kenntlich gemacht.
- " 38. Pyrit von Pfibram. Angeschliffene Oktaëderfläche (111). Geätzt wie oben.
- " 39. Zugehöriges Lichtbild in sphärischer Projection  $h_1$   $h_2$   $h_3$  deuten den Ort von 010, 100, 001 an; dieselben erscheinen um 180° verwendet, da das Lichtbild, wie es dem Auge erscheint, eingetragen ist. Die Punkte in den Zonen  $h_1$   $h_2$  etc. deuten die Position der Flächen von  $\pi$  (210) an. Die Reflexe  $h_I$   $p_I$  rühren von Sector I in Fig. 33 her und so die anderen.

- Fig. 40. Lichtbild einer mit Aetzkali geätzten Würfelschlifffläche wie Fig. 36. Die Reflexe  $o_1$ — $o_4$  liefert das Mittelfeld, welches sich auch über die in Fig. 36 mit  $c$  und  $d$  bezeichneten Felder ausdehnt. Die Reflexe  $p$ ,  $d$ , liefert Sector  $I$ ,  $d$ , liefert  $II$ .
- „ 41. Aetzfiguren auf Sector  $I$  einer mit Aetzkali geätzten Oktaederschlifffläche wie Fig. 39. Oben flachere Aetzflächen entsprechend  $1\bar{1}0$  und  $2\bar{1}0$ , unten steilere entsprechend  $\bar{1}\bar{1}1$  und  $111$ .
- „ 42. Pyrit vom Giftberg bei Hofowitz, Böhmen. Schlifffläche nach 100 geätzt mit Salpeter-Salzsäure. Mittelfeld mit sammtartig matter Beschaffenheit, Sektoren  $a$  und  $b$  nach Würfelflächen,  $c$  und  $d$  nach Pyritoederflächen gewachsen. Weisse Bänder zwischen  $d$  und  $c$  und um das Mittelfeld herum bezeichnen Stellen, die sich wie normaler Pyrit verhalten.
- „ 43. Schlifffläche parallel  $1\bar{1}1$  vom selben Vorkommen nach Aetzung mit Alkali. Theilung in 3 Sektoren. Die weiss gelassenen Stellen verhalten sich wie normaler Pyrit. In dem Sector  $I$  schimmert das Feld  $b$  mit allen drei benachbarten Oktaederflächen, das Feld  $a$  nur mit  $111$ ,  $\bar{1}\bar{1}1$  und mit  $1\bar{1}0$ .
- „ 44. Pyrit von Traversella Nr. 185. Felder auf der Würfelfläche mit verschieden orientirten Aetzfiguren. Vergl. Text pag. 290.
- „ 45. Projection sämmtlicher am Pyrit durch goniometrische Messung constatarter Aetzflächen in dem Krystalraum  $001$  .  $101$  .  $111$ .

### Berichtigung.

pag. 248, Absatz 3, Zeile 19 von oben lies: vierten Abschnitt statt dritten Abschnitt.



Autor gez

Lith v. F. Koke Wien





Fig. 22.

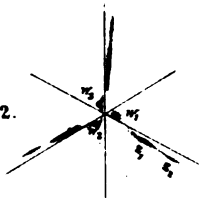


Fig. 23.

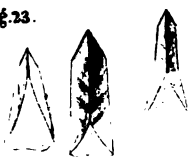


Fig. 24.



Fig. 26.

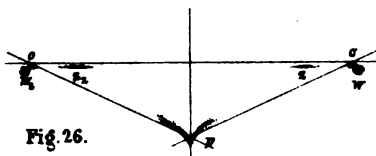


Fig. 28.

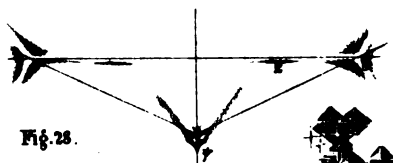


Fig. 32.



Fig. 34.

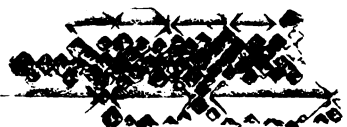
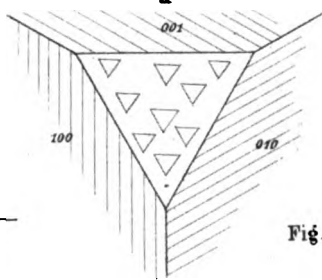


Fig. 33.



Fig. 20.

a



b

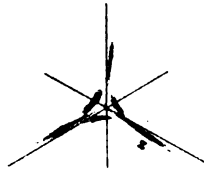


Fig. 21.

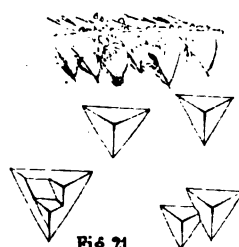


Fig. 25.

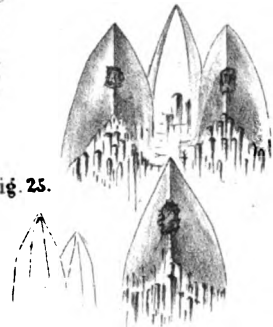


Fig. 27.



Fig. 35.



Fig. 29.

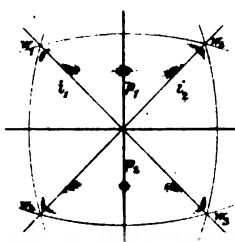


Fig. 31.

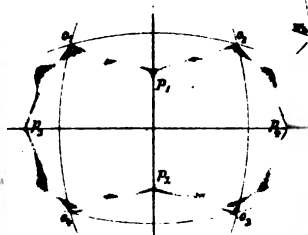
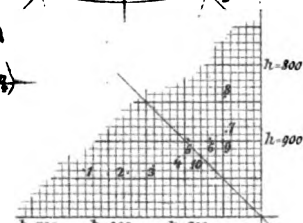


Fig. 30.





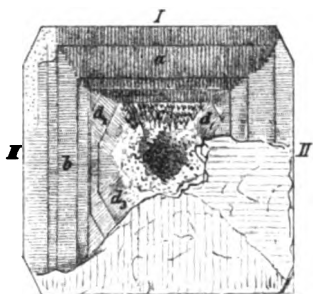


Fig. 36.



Fig. 37.

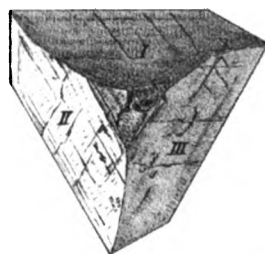


Fig. 38.

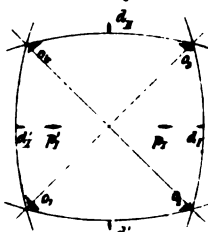


Fig. 40.



Fig. 41.

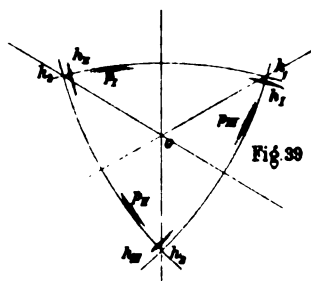


Fig. 39.

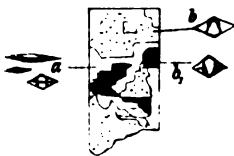


Fig. 44.

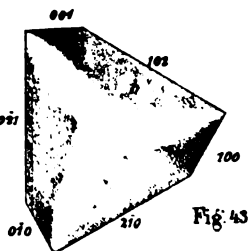


Fig. 43.

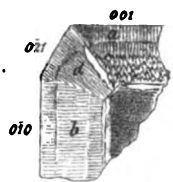


Fig. 42.

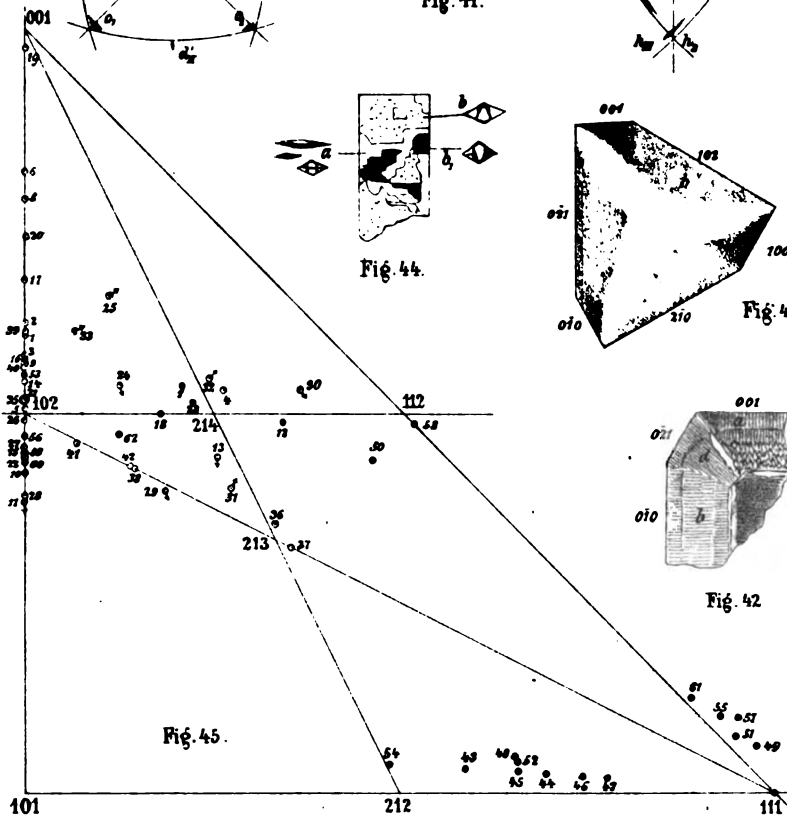


Fig. 45.

Autor gez.

Lith v. F. Koke Wien



## X. Ueber Chloritoidschiefer von Grossarl.

Von A. Cathrein.

Ende August dieses Jahres fand ich am Ausgang der Liechtenstein-Klamm im Grossarlthal bei St. Johann im Pongau (Salzburg) ein Geschiebe von auffallendem und ungewöhnlichem Aussehen, indem aus einer gelblichweissen, feinkörnigen Grundmasse zahlreiche, schwärzlichgrüne, halbmatt bis harzig glänzende, rundliche Blättchengruppen von circa 1 Millimeter Durchmesser in gleichmässiger Vertheilung hervortraten. So wenig bei dem blätterigen Gefüge an Hornblende zu denken war, so sehr sprach die bedeutendere Härte gegen Chlorit; das fragliche Mineral erinnerte mich vielmehr lebhaft an Chloritoid.

In dieser Ansicht konnte auch die mikroskopische Untersuchung des Gesteindünnschliffes nur bestärken, wo namentlich der kräftige Pleochroismus von gelbgrün zu blaugrün rasch die Unterscheidung von den übrigens sich ähnlich verhaltenden Gliedern der Chloritgruppe ermöglichte. Was nun bei der Betrachtung unter dem Mikroskop vor Allem in die Augen fällt, ist die Verwachsung der Chloritoidlamellen zu Garben und Bündeln, welche sich wiederum durchkreuzen und nach Art eines Doppelfächers oder allseitig von einem Punkte ausstrahlen, so dass förmliche Sphärolithe mit stabilem Interferenzkreuz entstehen. Diese auch schon makroskopisch erkennbare sphäroidische Aggregation der Chloritoidschüppchen ist für das vorliegende Gestein geradezu charakteristisch, zumal einzelne Blättchen selten auftreten. Die Chloritoidindividuen erscheinen nur hier und da in basischen Schnitten von bläulichgrüner Farbe und lappigen Umrissen, meistens aber in leistenförmigen Querschnitten, deren Enden vorwiegend unregelmässig, seltener rechtwinkelig oder zweiseitig zugespitzt sind. Ihre Farbe wechselt von gelbgrün zu blaugrün, je nachdem die Längsaxe der Leisten normal oder parallel ist zur Schwingungsrichtung des unteren Nicol. Im polarisirten Lichte offenbart sich, dass die einzelnen Leisten nicht einfach, sondern aus zwei oder mehreren Lamellen zwillingsartig nach der Tafelfläche zusammengesetzt sind. Die chromatische Polarisation zeigt in der Regel grüne und blaue Farben. Die Auslöschung erfolgt schief gegen

die Längsaxe der Leisten und beträgt die symmetrische Abweichung beiderseits der Zwillingsnaht 14 Grade, während bei unsymmetrischen Exinctionen kleinere und entsprechend grössere Werthe gefunden wurden.

Die beschriebenen Chloritoidaggregate liegen nun in einer an sich farblosen körnigen Grundmasse, welche von opaken, im reflectirten Lichte gelbrothen Körnchen und weisslichen Wolken durchstreift wird, die ich als Rutil, beziehungsweise Titanit erkannte. Die wasserklaren unregelmässigen Körner der Grundmasse mit lebhaften gelben und blauen Polarisationsfarben scheinen dem Quarz anzugehören. Bemerkenswerth ist die deutliche Streckung der Gesteinsgrundmasse, welche weniger durch längliche Form der Quarzindividuen als durch parallele Richtung der Rutil- und Leukoxen-Einschlüsse zum Ausdruck kommt. Gleichwohl zeigt das Gestein makroskopisch keine deutliche Schieferung.

Von Erzen ist spärlicher Pyrit und etwas Titaneisen zu erwähnen, das hauptsächlich als Einschluss im Chloritoid neben Rutilkörnchen auftritt, nach seinem weissen Umwandlungsproduct auf einen Titangehalt schliessen lässt, und auch mit dem Eisenkies verwachsen erscheint.

Diese durch das Mikroskop gewonnenen Ansichten über die Natur der Elemente unseres Gesteins bedurften immerhin einer zweifellosen Bestätigung durch chemische Untersuchung.

Die zur quantitativen Analyse erforderliche Trennung der Gemengtheile wurde wesentlich erleichtert durch die Zersetzbarkeit des Chloritoides mittelst Schwefelsäure, so dass die bei nahestehenden Volumgewichten und inniger Verschränkung der Bestandtheile stets unvollkommene mechanische Sonderung entbehrlich und eine durchgreifendere chemische Reinigung der Probe möglich wurde. — Zu diesem Behufe kochte ich das feine Gesteinspulver in verdünnter Schwefelsäure. Nachdem letztere bis zur Trocknis abgeraucht war, wurde mit Salzsäure und Wasser wieder aufgenommen und filtrirt. Vom gelblichweissen Rückstand entfernte ich mittelst kochender Natronlauge die beigemengte Kieselsäure, um aus dem Gewichtsverluste deren Menge zu ermitteln.

Der unzersetzte Gesteinsrest erwies sich mikroskopisch frei von Chloritoid und bestand aus gleichartigen scharfen Splintern eines an sich farblosen Minerals, augenscheinlich Quarz, welcher aber reichlich

von gelbrothen Rutilkörnchen und weisslichen Titanitschwärmen durchwachsen ist.

Aus der oxydirten Lösung der Basen wurde nun mit Ammoniak, Thonerde und Eisen gefällt und zur vollständigen Scheidung von Magnesia mit Salmiak bis zum Verschwinden des ammoniakalischen Geruches gekocht. — Im Filtrat des reichlichen Niederschlages gab oxalsaures Ammoniak etwas Kalk, ferner phosphorsaures Natron ganz wenig Magnesia. — Durch Kochen der in Salzsäure gelösten Sesquioxyde mit überschüssiger Natronlauge ging Thonerde in Lösung aus der sie mit Salmiak wieder gefällt wurde; während die noch nicht tief rothbraune Färbung des Eisenniederschlages eine Beimengung von Titansäure verrieth, zu deren Abtrennung ich die salzsaure Lösung des Niederschlages zur Vermeidung einer ammoniakalischen Fällung mit Weinsäure, hierauf mit Schwefelammonium versetzte, dessen Niederschlag zur vollkommenen Reduction des Eisens durch Schwefelwasserstoff in Salzsäure wiedergelöst, dann abermals mit Ammoniak und Schwefelammonium erzeugt aus reinem Schwefeleisen besteht, welches als Oxyd gewogen wurde. Titan hingegen war in Lösung gegangen und konnte durch Verbrennung der Weinsäure aus der Kalibisulfat-Schmelze gefällt werden. Zur Wasserbestimmung wurde eine andere Probe des Gesteinspulvers im Hempel'schen Ofen eine Stunde lang geglüht.

Die bei dieser Analyse gefundenen Procentzahlen sind unter I aufgeführt, während die daneben befindlichen Verticalreihen die nach der unten folgenden Discussion der Bauschanalyse berechneten Glieder enthalten.

	I	Titanit	Erz u. Rutil	Chloritoid
Kieselsäure . .	25.50	0.43	—	25.07
Titansäure . .	1.88	0.59	1.29	—
Thonerde . . .	38.69	—	—	38.69
Eisenoxydul . .	27.19	—	1.89	25.30
Kalkerde . . .	0.40	0.40	—	—
Magnesia . . .	0.08	—	—	0.08
Wasser . . . .	6.67	—	—	6.67

$$100.41 = 1.42 + 3.18 + 95.81$$

Überschaut man die Qualitäten und Quantitäten der Analyse I so ergibt sich sofort eine grosse Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung des Chloritoides. Doch gehören zwei Bestandtheile, nämlich



Titansäure und Kalkerde entschieden nicht dazu, weshalb wir dieselben ausscheiden wollen. Nachdem Carbonate, sowie andere Kalkminerale dem Gestein fremd sind, liegt es nahe, den Kalkgehalt auf den im Dünnschliff beobachteten und durch Schwefelsäure bekanntlich zersetzbaren Titanit (Leukoxen), zu übertragen, für welchen die entsprechenden Kieselsäure- und Titansäureprocente berechnet wurden. Der Rest der gefundenen Titansäure musste aber von dem in Schwefelsäure schwer löslichen Rutil herrühren, doch auch von dem titanhaltigen Erz, welches grösstentheils in Lösung gegangen war, da es im unzersetzten Gesteinsantheil kaum noch zu entdecken war. Daher kam auch ein Theil des gefundenen Eisens auf dieses Erz; eine annähernde Ermittlung der Menge des ersteren gelang gelegentlich der Eisenoxydulbestimmung in der Weise, dass ich eine Probe des Gesteinspulvers nur  $\frac{1}{2}$  Stunde lang in verdünnter Schwefelsäure unter einem Kohlensäurestrom digerirte und die Lösung mit Chamäleon titirte. Da der ungelöste Rückstand, von dem noch mittelst Natronlauge die abgeschiedene Kieselsäure entfernt wurde, unter dem Mikroskop keine Spur von Chloritoid, hingegen eine merkliche Anreicherung von Rutil und Erz zeigte, so wurde nur der durch Titration bestimmte Eisenoxydulgehalt auf den Chloritoid, der Ueberschuss der ersten Bestimmung aber auf das dort mitgelöste Erz bezogen. So bleiben nach Abzug von Titanit und Erz mit Rutil die Procentzahlen der vierten Reihe entsprechend der Zusammensetzung von Chloritoid.

Ergänzt man zur besseren Vergleichung jene Werthe auf 100 und setzt die idealen für Chloritoid<sup>1)</sup>, so folgt:

	Gefunden	Gerechnet nach $H_2, Fe, Al, SiO_2$
Kieselsäure . . .	26·17	23·72
Thonerde . . .	40·38	40·71
Eisenoxydul . . .	26·41	28·46
Magnesia . . .	0·08	—
Wasser . . .	6·96	7·11
	100·00	100·00

Die Uebereinstimmung der beobachteten Constitution mit den vorhandenen Analysen und der allgemeinen Formel von Chloritoid beweist die Richtigkeit der auf Grund makro- und mikroskopischer

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Krystallographie u. Mineralogie 1879, III., pag. 508.

Eigenschaften gemachten Annahme, dass die grünen Blättchen im Gestein aus dem Grossarlthal Chloritoid sind.

Zur chemischen Bestimmung der übrigen Gesteinsgemengtheile wurde nun auch der bei Analyse I gewonnene, in Schwefelsäure unzersetzte Rückstand quantitativ analysirt. Die bedeutende Härte des darin vorherrschenden Minerals, das leicht Glas ritzt, seine Frische, der Mangel an Spaltbarkeit und die lebhaft chromatische Polarisation lassen wohl Quarz vermuthen. Die farblosen Splitter sind von röthlichgelben und weisslichgrauen Körneraggregaten getrübt, welche als ein Gemenge von Rutil und Titanit (Leukoxen) erscheinen. Ausserdem bemerkt man auch vereinzelte grössere rothbraune durchsichtige Rutilkörner. Eine vorläufige Trennung dieser Einschlüsse des feinsten Quarzpulvers war überflüssig, weil sich dieselbe durch die Analyse selbst ergab.

Die Probe wurde mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen. Im Filtrat von der Kieselsäure gab Ammoniak einen voluminös schweren Niederschlag, dessen Farbe die Abwesenheit von Eisen verrieth. Nachdem derselbe geglüht und gewogen, erfolgte zur nähern Prüfung auf Titansäure ein Aufschluss mit zweifach schwefelsaurem Kali. In der verdünnten Lösung der Schmelze entstand beim Kochen die charakteristische milchige Trübung durch ausfallende feinpulverige Titansäure. Die Abwesenheit von Thonerde erwies sich dadurch, dass mit überschüssiger Natronlauge nichts in Lösung ging. — Im Filtrat von der ammoniakalischen Fällung fand sich wenig Kalk, während Magnesia nicht zu entdecken war. Schliesslich lieferte die Kieselsäure mit Fluorwasserstoff auf ihre Reinheit geprüft noch 0.25 Procent Titansäure. Die Resultate dieser Analyse sind unter II zusammengestellt.

	II	Titanit	Rutil	Quarz
Kieselsäure . .	92.82	0.82	—	92.00
Titansäure . .	6.93	1.12	5.81	—
Kalkerde . .	0.76	0.76	—	—
<hr/>				
	100.51 = 2.70 + 5.81 + 92.00			

Eine kurze Ueberlegung ergibt die Gliederung in Titanit, Rutil und Quarz, indem vorerst der Kalkgehalt als dem Titanit zukommend mit den nach der Formel berechneten Mengen von Kiesel- und Titansäure in Abzug kommt, während die restliche Titansäure von Rutil und die Kieselsäure von Quarz herrühren muss.

Es bestätigt sich somit obige Anschauung, dass der in Schwefelsäure unzersetzte Gesteinsantheil wesentlich aus Quarz besteht mit eingewachsenem Rutil und Titanit.

Nachdem wir nunmehr über die Art der Elemente des vorliegenden Gesteins aufgeklärt sind, erübrigt noch die Bestimmung ihres Mengungsverhältnisses. Dasselbe folgt aber unmittelbar aus den Analysen, denn reducirt man die in I und II erhaltenen Procente von Titanit, Rutil, Chloritoid und Quarz auf die durch Schwefelsäure zersetzten, beziehungsweise unzersetzten Gesteinsprocente, so hat man:

		Titanit	Erz u. Rutil	Chloritoid	Quarz
Zersetzt	67.26 Proc.	= 0.95 +	2.13 +	64.18	—
Rückstand	33.06 „	= 0.89 +	1.91 +	—	+ 30.26
Gestein	100.32	= 1.84 +	4.04 +	64.18 +	30.26

Dies gibt auf 100 Gewichtstheile des Gesteins berechnet einen Gehalt von:

Chloritoid . . . .	63.98
Quarz . . . . .	30.16
Rutil und Erz . . .	4.03
Titanit . . . . .	1.83
	<hr/>
	100.00

Es beträgt also die Menge des Chloritoides nahezu zwei Drittel vom Gesteinsgewicht, ein Gehalt, wie er in den bis jetzt bekannten Chloritoidschiefern bei weitem nicht erreicht wird, denn unter Anderen fand Renard<sup>1)</sup> in den Schiefern der Ardennen 11—35.5 Procent, v. Foullon<sup>2)</sup> in den Schiefern der Wurm alpe in Steiermark nur 20 Procent, Schröder<sup>3)</sup> in sächsischen Phylliten nur 4—6 Procent Chloritoid. Der geringere Chloritoidgehalt bei allen anderen Vorkommnissen ergibt sich schon aus der Vergesellschaftung des Chloritoides mit Glimmer, Graphit, seltener Hornblende, wie nach von der Marck im Taunus.<sup>4)</sup>

Auszeichnend für das Gestein vom Grossarlthal ist aber ausser dem Reichthum an Chloritoid die fächerartige und sphäroidische

<sup>1)</sup> Bulletin de musée royal de Belgique. 1882, I., pag. 12.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1883, XXXIII., pag. 228.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften. 1884, LIV., 4. Heft.

<sup>4)</sup> Verh. d. naturhist. Versammlung d. pr. Rheinlande u. Westphalens. 1878, XXXV., pag. 257.

Aggregation seiner Blättchen, welche zwar auch von Brush<sup>1)</sup> und v. Foullon<sup>2)</sup> manchmal, jedoch nirgends so durchgreifend entwickelt beobachtet wurde.

Der wesentliche Unterschied liegt aber in der Mineralcombination selbst, indem bei unserem Gestein nicht nur die anderwärts, so von Barrois<sup>3)</sup> und Foullon<sup>4)</sup> gefundene graphitische Substanz, sondern namentlich der sonst stets beigemenzte Glimmer ganz fehlt und Chloritoid allein zum Quarz tritt, um mit untergeordneten Erz, Rutil und Titanit ein Gemenge darzustellen, das auch im Gegensatz zu den meisten bekannten chloritoidführenden Schiefen nicht phyllitischen Habitus besitzt. Gerade der Umstand, dass hier der Chloritoid die Rolle des Glimmers im Gemenge mit Quarz übernommen, begründet die Analogie mit dem Glimmerschiefer, welche durch die Benennung Chloritoidschiefer zum Ausdruck kommt, während die bis jetzt beschriebenen chloritoidhaltigen Schiefergesteine als Chloritoidphyllite, Chloritoidglimmerschiefer, Chloritoidkalkschiefer u. s. w. bezeichnet werden müssen.

Ein eigentlicher Chloritoidschiefer hat sich bisher nicht gefunden und ist namentlich für die Salzburger Alpen neu, da auch das Vorkommen aus dem Mühlbachthal, zwischen Lend und St. Johann i. P. dem Grossarlthal gegenüber, nach v. Foullon's Beschreibung<sup>5)</sup> mit Muscovitgehalt ausgesprochenen Phyllittypus vereint.

Von Interesse wird es nunmehr sein, das Anstehende dieses Chloritoidschiefers im Grossarlthal aufzusuchen, um dessen Lagerung, Verbreitung und Verband mit den Schiefen der Umgebung zu erforschen.

Mineralogisches Laboratorium des Polytechnikums Karlsruhe,  
December 1886.

<sup>1)</sup> Sillim. American Journal. 1861, XXXI., pag. 358.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1883, XXXIII., pag. 220.

<sup>3)</sup> Annales de la Société géolog. du Nord. 1883, XI., pag. 18 und Bulletin de la Société minér. de France. 1884, VII., pag. 37.

<sup>4)</sup> A. a. O. pag. 228, 233 u. 235.

<sup>5)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1884, XXXIV., pag. 654.

## XI. Notiz.

### Brookit vom Schwarzkopf, Fusch.

Unter einer Anzahl von Gesteinen und Mineralen, welche Herr Custos Dr. J. Fuchshofer im Laufe mehrerer Sommer in der Umgebung des Bades Fusch gesammelt und mir zur Bestimmung übergeben hatte, befand sich auch eine Stufe von Albit, dessen oft gut ausgebildete Krystalle von der Form  $P$ ,  $y$ ,  $M$ ,  $l$ ,  $T$  meist zu Krystallstöcken vereinigt sind, zwischen welchen zahlreiche Einbuchtungen und Höhlungen bleiben.

In einem solchen Hohlraume nun bemerkte ich mehrere Tafelchen, welche sich bei näherer Untersuchung als Brookit erwiesen.

Die Brookitkryställchen, 2—3 Millimeter lang, 1.5 Millimeter breit und sehr dünn, von licht bräunlichgelber Färbung, durchsichtig, mit metallischem Glanze, zeigen unter dem Mikroskope eine starke Riefung parallel der Längenausdehnung, senkrecht zu dieser satter gelbe Farbe, gerade Auslöschung, sehr lebhaft Polarisationsfarben und im convergenten Lichte das für Brookit so charakteristische Interferenzbild gekreuzter Axenebenen.

Um die Formen zu bestimmen, wurden unter dem Mikroskope Messungen angestellt, welche recht gute Resultate ergaben, nach denen ausser der vorwaltenden Querfläche (100), das aufrechte Prisma (110) mit der Pyramide (122) und untergeordnet mit dem Längsdoma (021) in Combination tritt.<sup>1)</sup>

Dieses Vorkommen ist um so interessanter, als auf derselben Stufe auch die beiden anderen Modificationen des Titansäureanhydrids auskrystallisirt erscheinen.

Aufsitzend auf dem Albit findet man nicht selten kleine oktaëdrische Krystalle mit metallischem Diamantglanz, welche sich leicht als Anatas erkennen lassen, und es wäre nur zu bemerken, dass man mit Bezug auf die Färbung lichtbläuliche, beinahe farblose und dunkle, schwarze Krystalle unterscheiden kann, von denen die letzteren meist nur  $P$ , selten noch mit  $OP$  zeigen, während bei ersteren auch noch  $P\infty$  hinzutritt. Eine Messung am Reflexionsgoniometer lieferte fast genau den Winkel  $43^{\circ}24'$  für die Mittelkante von  $P$ .

Nicht in so vollkommenen Krystallen erscheint der als Sagenit entwickelte Rutil, welcher zwillingsartige Verwachsungen nadel- und haarförmiger Krystalle von röthlichgelber Farbe darstellt.

Der Sagenit bildet sowohl zarte Ueberzüge auf den verschiedenen Mineralen der Stufe, als auch kleine Häufchen, die aus einer unregelmässigen Vereinigung vieler Gruppen bestehen. Mit dem Anatas verwächst er derart, dass eine der drei Richtungen, nach welchen die Rutilkrystalle vereinigt sind, parallel der Kante zwischen Pyramiden- und Endfläche des Anatas ist, wobei auch die ganze Sagenitgruppe parallel der Basis orientirt ist. Einer anderen regelmässigen Verwachsung wird später noch Erwähnung gethan werden.

<sup>1)</sup> Vergl. die Fig. 26 der Tafel zur Abhandlung H. Thüraich's: „Ueber d. Vorkommen mikroskop. Zirkone u. Titan-Mineralien i. d. Gesteinen.“ Würzburger phys.-med. Gesellsch. XVIII.

Ausser diesen drei Mineralen kommt aber noch ein viertes Titanmineral auf derselben Stufe vor. Theils eingesprengt, theils in den erwähnten Höhlungen findet man schwarze, fast undurchsichtige Tafeln und glimmerartig dünne Blättchen von halbm metallischem Glanze, welche selten einen hexagonalen Umriss zeigen. Dies und die weiteren Eigenschaften, wie der Strich (schwarz mit einem bräunlichrothen Stich), Mangel an Wirkung auf die Magnetnadel, Undurchsichtigkeit auch in sehr dünnen Schlißen, weisen auf Ilmenit hin. Oefter sind die Täfelchen von Rhomboëderflächen begrenzt; auf der Basis bemerkt man ausser der gewöhnlichen Streifung parallel der Combinationskante mit dem Rhomboëder noch eine zweite, zu dieser senkrechte, welche aber nur untergeordnet auftritt. Zahlreiche haarförmige Rutilnadeln (Sagenit) sind mit dem Titaneisenerz verwachsen, oft die Endfläche ganz bedeckend und auch über den Rand hinausragend; die Längsrichtung der Nadelchen fällt dabei mit der zuerst genannten Streifung zusammen. Wegen dieser Verwachsung wurde auch eine chemische Prüfung des Erzes auf  $TiO_2$  unterlassen, da sie ein unsicheres Resultat hätte ergeben müssen.

Unter den übrigen Mineralen fällt besonders der Muscovit auf, welcher theils lagenweise im Vereine mit Ilmenitblättchen die Stufe durchzieht, theils die Hohlräume auskleidet und sie in Gesellschaft mit graugrünem Prochlorit oft ständig erfüllt. Seine grünlichweissen, losen Täfelchen von geringer Dicke haben eine scharfe, sechsseitige Begrenzung und bilden häufig Zwillinge.

Auch vereinzelte Kalkspathkrystalle sitzen hier und da auf dem Albit; sie sind kugelig ausgebildet und ihre Oberfläche wie durch Aetzung gerundet.

Was den Fundort betrifft, so ist zu bemerken, dass Herr Dr. Fuchshofer die vorliegende Stufe auf dem nördlichen Abhange des Schwarzkopfes aufas. Dieser Berg, welcher die höchste Erhebung in der näheren Umgebung von Bad Fusch und auch die Wasserscheide gegen das Seidelwinkelthal der Rauris bildet, scheint der Hauptmasse nach aus dunklen (graphitischen) Muscovitschiefern und verwandten Gliedern der Schieferregion zu bestehen; auch hatte ich bereits früher Gelegenheit, ein schwarzes, hartes, schieferiges Gestein von der Spitze als Chloritoidschiefer zu bestimmen.

Wien, Mineralogisch-petrographisches Institut, Juli 1887.

Heinrich Wichmann.

# Literatur.

- Arzruni A.: Mineralogisches a. d. Sanárkagebiet im Süd-Ural. — Sitzber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1886, LII.
- Nephrit und Jadeitbeile v. Venezuela, Hissarlik und Sardes. — Verhandl. d. Berliner anthropol. Ges. 1886.
- Manganotantalit, eine neue uralische Mineralvarietät. Mit 1 Fig. — K. russ. Min. Ges. Petersburg 1886.
- Ein neues Zwillingsgesetz im regulären System. — Ebenda.
- Bärwald C.: Untersuchung einiger Cölestine. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 3, 1886.
- Barrois Ch. et A. Offret: Sur la constitution géologique de la chaîne bétique. Compt. rend. 1886.
- Bauer M.: Beitr. z. Mineralogie. V. Hyalosiderit u. Forsterit. Zwillingbildung b. Schwerspath. Mit I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Baumhauer H.: Ueber d. Structur u. d. mikroskop. Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit. Mit II Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.
- „Zur Kenntniss der durch secundäre Zwillingbildung bewirkten Flächenverschiebungen“ von O. Mügge. Auszug daraus nebst Zusatz. Mit I Tafel. — Ebenda 3.
- Becker A.: Ueber die chemische Zusammensetzung des Barytocalcits und des Alstonits. — Ebenda.
- Becker George: The Washoe Rocks. — Bull. California Ac. Sci. 6, 1886.
- The Texture of Massive Rocks. — Am. Journ. Sci. XXXIII, 1887.
- Bombicci S.: Sulla contorsione di tipo elicoidale nei fasci prismatici di antimonite del Giappone. Mit I Tafel. — R. Acc. d. Sc. dell'Istituto di Bologna 1886.
- Sul giacimento e sulle forme cristalline della Datolite della Serra dei Zanchetti (Alto Appennino Bolognese). Mit I Tafel. — Ebenda.
- Born Max: Beitr. z. Bestimmung d. Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. - Inaug.-Diss (Königsberg) Stuttg. 1886.
- Bourgeois L.: Sur les titanates de baryte et de strontiane cristallisés. — Compt. rend. 1886.
- Nouveaux procédés de préparation des carbonates cristallisés. — Ebenda.
- Sur la préparation d'un silicostannate de chaux correspondant au sphène. Ebenda 1887.
- Brauns R.: Einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optischer anomaler Krystalle. Mit I Tafel. — Inaug.-Diss. Marburg 1885.
- Zur Frage der optischen Anomalien. Mit 2 Figuren. — N. Jahrbuch für Min. 1887, I.
- Ueber Winkelschwankungen isotroper und doppeltbrechender regulärer Krystalle. — Ebenda.

## XII. Der Meteorit von Angra dos Reis.

Von E. Ludwig und G. Tschermak.

Die grosse Mehrzahl der steinartigen Meteoriten ist insoferne gleichartig, als diese wesentlich aus Magnesiumsilicaten der Olivin- und Bronzitreihe bestehen, welchen sich gewöhnlich noch Eisen und Magnetkies beigesellen. Diese Steine sind reich an Magnesium, arm an Calcium und Alkalimetallen. Die übrigen Meteorsteine enthalten hingegen als Hauptgemengtheile Augit und einen Plagioklas und besitzen demgemäss einen bedeutenden Gehalt an Calcium, öfters auch an Natrium. Diese letzteren Meteoriten sind wenig zahlreich, da sie nur ungefähr den zwanzigsten Theil der bekannten Meteorsteine ausmachen. Die Reihe der hierhergehörigen Steine wird nun durch den hier zu besprechenden vergrössert, welcher zugleich eine neue Meteoritenart repräsentirt.

Im vorigen Jahre übersandte Herr Orville A. Derby in Rio de Janeiro an den Einen von uns Proben von zwei brasilischen Meteoriten. Der eine ist ein Chondrit, über dessen Fallort bloß angegeben werden kann, dass derselbe in Brasilien gefunden wurde. Der zweite ist von ungewöhnlichem Ansehen und unterscheidet sich, wie schon Derby bemerkte, von allen in dem Werke über die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten dargestellten Arten. Das Niederfallen dieses Meteoriten wurde bei der Küstenstadt Angra dos Reis, welche in der Provinz Rio ungefähr 60 englische Meilen westlich von der Hauptstadt liegt, beobachtet. Doch ist bezüglich der Fallzeit

Mineralog. u. petrogr. Mitth. VIII. 1887. (E. Ludwig u. G. Tschermak. L. Hubbard.) 23



bis jetzt nicht einmal die Jahreszahl 1867 völlig sichergestellt. Der Richter von Angra, welcher die Erscheinung auf dem Wege in's Bad wahrnahm, gab einen Theil des aufgelesenen Steines einem Priester, welcher denselben nach Rom an den Papst gesandt haben soll. Das Gewicht des ganzen Meteoriten dürfte ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Kilo betragen haben. Herr Derby will über den Fall noch genauere Nachforschungen anstellen.<sup>1)</sup>

Der Stein von Angra ist äusserlich von einer schwarzen glänzenden Rinde überzogen, welche wie eine dicke Firnisschicht aussieht und ein Netzwerk von Leisten zeigt, vollkommen gleich dem Adernetz, welches die Rinde der Eukrite, insbesondere die schöneren Exemplare des Steines von Stannern darbieten. An den vorliegenden Fragmenten ist zu erkennen, dass die Rinde nicht überall dieselbe Beschaffenheit habe, dass vielmehr die eine Seite, welche der Rückenseite entspricht, durch schärfer vorspringende und oft einseitig gebildete Netzfäden von der anderen mehr glatten Seite unterschieden ist. An einem grösseren Bruchstücke des Steines bemerkte Herr Derby in einer Kluft, welche mit der Oberfläche in Verbindung steht, Schmelztropfen von der Grösse eines Stecknadelknopfes.

Im Bruche erscheint der Stein feinkörnig, rauh, von schwarzbrauner, genauer gesagt, tief nelkenbrauner Farbe und nur stellenweise machen sich einzelne gelbgrüne bis röthlichgelbe Körnchen bemerklich. Die sehr dunkle Farbe des Steines im Innern unterscheidet diesen Meteoriten von allen verwandten schon beim ersten Anblick. Die Korngrösse ist nicht überall gleich. Während die meisten Körner nicht über 0.2 Millimeter Durchmesser haben, kommen öfter auch solche von 0.5 Millimeter und ausnahmsweise auch noch grössere vor. Alle Körner sind glas- bis fettglänzend, die grösseren sind sehr zerklüftet und zerfallen leicht. Die Cohäsion der Steinmasse ist überhaupt gering, der Stein kann grossentheils zwischen den Fingern zerrieben werden. Diese lockere Beschaffenheit ist wohl auch durch das Zertheilen des Steines vermehrt worden. Das Pulver des Meteoriten ist aschgrau mit einem röthlichen Stich.

---

<sup>1)</sup> Der Herr Einsender hat die bisherigen Nachrichten für eine Notiz in den *Archivos do Museu nacional* zusammengestellt. Eine vorläufige Nachricht wurde in dem *Anzeiger der k. Akademie zu Wien*, Jahrg. 1885, pag. 173, gegeben.

Das Volumgewicht einer Probe des Steines wurde an einer Probe auf pyknometrischen Wege zu 3.47, an einer anderen zu 3.43, bestimmt.

Der weitaus überwiegende schwarzbraune Gemengtheil bildet glas- bis fettglänzende Körner von muscheligem Bruche ohne eine deutliche Spaltbarkeit. Wegen der ausserordentlichen Zerklüftung war es nicht thunlich, ein einzelnes Korn für sich bezüglich der Spaltbarkeit und des optischen Verhaltens zu prüfen. In dem Dünnschliffe des Meteoriten ist aber dieser Gemengtheil bald als Augit zu erkennen. In manchen der Körner zeigen sich Spaltungsrisse, die bald geradlinig bald wellig verlaufen und welche in manchen Schnitten, die quer gegen die prismatische Spaltbarkeit gerichtet sind, das für den Augit charakteristische Netz von Spaltlinien bilden. Derlei Querschnitte geben im convergenten polarisirten Lichte das Bild einer optischen Axe mit schöner Dispersionerscheinung an der Hyperbel, entsprechend der Dispersion in der Ebene der optischen Axen, welche letztere in dem Netz der Spaltlinien diagonal verläuft. Die Schnitte, welche blos eine einzige Schaar von Spaltungsrisen darboten, ergeben im parallelen polarisirten Lichte Auslöschungsrichtungen, welche von den Spaltlinien gewöhnlich abweichen. Das Maximum der Abweichung wurde zu  $37^\circ$  bestimmt, was ungefähr den Wahrnehmungen am Augit entspricht. Jene Schnitte, welche die Auslöschung den Spaltlinien parallel zeigen, liefern im convergenten Lichte ein Axenbild und lassen erkennen, dass die Axenebene den Spaltlinien parallel ist.

Die Farbe des Augits im durchfallenden Lichte ist eine ungewöhnliche. Sie ist im allgemeinen eine rothe. Betrachtet man den Dünnschliff des Meteoriten durch das Mikroskop im gewöhnlichen Lichte so sieht man grösstentheils nur Augitkörner und die Durchschnitte derselben erscheinen tief carminroth bis himbeerroth oder braun, manche Durchschnitte sind aber sehr blassroth, so dass der Eindruck hervorgerufen wird als ob letztere Körner von den vorigen verschieden wären. Wird der untere Nicol eingeschoben, so erscheinen die einen Durchschnitte carminroth, die anderen aber fast farblos mit schwach grünlichem oder rüthlichem Ton. Der Pleochroismus ist also ein sehr auffallender. Bei der dichroskopischen Untersuchung von Körnern, deren Orientirung sich bestimmen liess, wurde für Schwingungen parallel a eine blass gelblichgrüne für solche

parallel b eine carminrothe, für solche parallel c eine carmoisinrothe, also mehr in's Violette neigende Farbe erhalten. Die Flächenfarben, also die drei Farben, welche in senkrecht zu den Elasticitätsaxen geschnittenen Platten im gewöhnlichen Lichte auftreten, sind gelbroth, braunroth, gelblich.

Die Augitkörner enthalten öfters Einschlüsse von mehrerlei Art. Meistens sind es rundliche Einschlüsse von braunem Glase, welche zuweilen auch negative Krystalle darstellen oder auch längliche zugespitzte Formen darbieten. Der Durchmesser derselben ist gewöhnlich unter 0.02 Millimeter. In manchen Körnern liegen diese Glaseinschlüsse schwarmweise beisammen. Auch Einschlüsse von farblosem Glase finden sich nicht selten. Dieselben sind meist sehr klein und treten in manchen Augitkörnern in staubartiger Vertheilung auf. Einige rundliche, fast farblose, doppeltbrechende Einschlüsse dürften auf Olivin zu beziehen sein. Opake eckige Körnchen, die als Magnetkies zu betrachten sind, finden sich hier und da im Augit.

Vor dem Löthrobre schmelzen die Augitkörner leicht zu einem glänzenden schwarzen Glase, welches jenem vollkommen gleicht, aus dem die Rinde des Steines gebildet ist. Wird das Pulver des Augits mit Salzsäure befeuchtet, der Bunsen'schen Flamme ausgesetzt, so wird die Flamme rothgelb gefärbt und gibt bei der spektroskopischen Prüfung die Linien des Calciums, Natriums und sehr schwach jene des Kaliums. Durch warme Salzsäure wird das feine Pulver des Augits merklich angegriffen. Aus der später anzuführenden Analyse ergibt sich, dass dieser Augit auch eine ungewöhnliche chemische Zusammensetzung darbietet, indem der Calciumgehalt und auch der Aluminiumgehalt grösser sind als in den bisher untersuchten Augiten der Meteorsteine.

Die Sprünge in den Augitkörnern sind oft braunroth gefärbt. Bei einer vergleichenden Prüfung ergibt sich, dass diese Erscheinung von einer secundären Bildung herrührt. Ob dieselbe von einer Beimengung von Eisenchlorid abzuleiten sei, ist hier nicht zu entscheiden.

Die früher genannten, in dem Meteoriten untergeordnet vorkommenden, im auffallenden Lichte gelbgrünen bis röthlichgelben glasglänzenden Körner sind ein von dem vorigen verschiedener Gemengtheil. Sie finden sich theils einzeln, theils zu mehreren vereinigt. Ihr Durchmesser ist ungefähr halb so gross als jener der Augitkörner.

Die gelbgrünen Körner gleichen schon im äusseren Ansehen vollständig dem Olivin. Sie zeigen muscheligen Bruch und die meisten lassen keine deutliche Spaltbarkeit erkennen. Diese erscheinen im durchfallenden Lichte blassgelblich ohne Dichroismus und zeigen blos krumme Sprünge. Bei der konoskopischen Untersuchung erweisen sie sich optisch zweiaxig mit grossem Axenwinkel.

Einschlüsse sind häufig zu bemerken. Unter diesen sind die negativen Krystalle, welche in manchen Durchschnitten schwarmweise auftreten, besonders auffallend. Dieselben zeigen bald verzerrte Formen, bald deutliche rhombische Combinationen, welche Krystallformen des Olivins darstellen. Meistens sind sie von der Längsfläche  $b = (010)$ , dem aufrechten Prisma  $m = (110)$  und dem Längsprisma  $k = (021)$  begrenzt. An einzelnen dieser Formen wurde auch das Querprisma  $d = (101)$  wahrgenommen und der Winkel, welchen diese Fläche mit der Querfläche  $a$  bildet, zu ungefähr  $39^\circ$  bestimmt, während die Rechnung für Olivin  $38^\circ 27'$  fordert. In einem Durchschnitte parallel zur Längsfläche der negativen Krystalle wurde auch die Lage der optischen Axen parallel 001 und eine negative Mittellinie normal zur Längsfläche  $b$  constatirt, was ebenfalls dem Olivin entspricht. Die negativen Krystalle erscheinen bald leer, als Dampfporen, bald aber theilweise mit schwarzem Glase gefüllt. Ihr Durchmesser beträgt höchstens 0.02 Millimeter. Andere Einschlüsse haben keine scharfen Formen, sind rundlich und bestehen aus braunem Glase, in welchem zuweilen eine Libelle zu bemerken ist. Nur selten erscheinen Canäle, entsprechend den zuerst von G. Rose beobachteten Canälen, von rundlichem Querschnitte, welche von gelblichbrauner amorpher Masse erfüllt sind. Eckige opake Einschlüsse sind auf Magnetkies zu beziehen. In den Sprüngen der Körner zeigt sich öfters jene rothbraune Füllung wie im Augit. Wird ein reines Korn der Löthrohrflamme ausgesetzt, so erfährt es keine Schmelzung, färbt sich jedoch in der Oxydationsflamme roth. Körnchen, welche durch Magnetkies verunreinigt sind, werden durch Glühen schwarz und oft irisirend, weil das Schmelzproduct des Magnetkieses die Oberfläche überzieht. Durch Säure wird das feine Pulver zerlegt. Die mikrochemische Untersuchung, welche Herr Dr. M. Schuster ausführte, ergab in einem Falle Kieselsäure, Magnesium und Eisen, in einem anderen Falle ausser diesen auch Calcium.

Ausser diesem Gemengtheil, welcher die Eigenschaften des Olivins darbietet, enthalten die gelbgrünen bis röthlichgelben Aggregate noch Körner, welche von den vorigen etwas verschieden erscheinen. Diese Körner sind noch kleiner als die des Olivins, mit dem sie öfters verwachsen sind. Eine Isolirung derselben gelang nicht. Im durchfallenden Lichte erscheinen sie gelblich und zeigen einige Spaltlinien nach zwei Richtungen, und zwar in der einen Richtung deutlicher als in der anderen. An einzelnen Durchschnitten wurden Axenbilder wahrgenommen und wurde der Gemengtheil als optisch zweiaxig erkannt. Da solche Schnitte, welche beiderlei Spalt-  
risse zeigen, kein Axenbild liefern, so ist zu schliessen, dass die erste Mittellinie nicht parallel der Spaltungskante liegt. Durch Säure scheint dieser Gemengtheil aufgelöst zu werden, wenigstens wurde in dem nach Behandlung des Pulvers des Meteoriten mit Salzsäure erhaltenen Rückstande nichts davon bemerkt. Die genannten Eigenschaften lassen in diesem spärlich verbreiteten Gemengtheil eine Aehnlichkeit mit den in Chondriten wahrgenommenen Körnern, die als monticellitähnliches Silicat bezeichnet wurden, erkennen.<sup>1)</sup>

Ausser den Silicaten ist in dem Gemenge auch Magnetkies enthalten. Im Bruche ist zwar nichts davon zu bemerken, auf polirten Schnittflächen sind jedoch bei mikroskopischer Beobachtung im auffallenden Lichte einzelne Körnchen durch den Metallglanz und die tobackbraune Färbung des Durchschnit-  
tes erkennbar. Aus dem Pulver des Meteoriten zieht der Magnet bronzefarbige Partikelchen, die einen Eisengehalt erkennen lassen, und mit verdünnter Salzsäure zusammengebracht, den Geruch nach Schwefelwasserstoff bewirken. Man kann aber nur sehr wenig Magnetkies ausziehen. Damit stimmt aber auch die Beobachtung im durchfallenden Lichte. Im Dünnschliffe sind die opaken Körnchen bloß untergeordnet vertheilt. Diese sind meist eckig, haben einen Durchmesser von etwa 0.05 Millimeter und finden sich unregelmässig zwischen den Augitkörnern verbreitet. Viel kleinere Körnchen liegen auch hier und da im Augit eingeschlossen, weniger im Olivin. Das schwarze Glas, welches vorhin als Einschluss im Olivin genannt wurde, dürfte gleichfalls Magnetkies in feiner Vertheilung enthalten.

---

<sup>1)</sup> Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten, pag. 11 und Taf. XIV.

### Chemische Untersuchung.

Das Pulver des Meteoriten entwickelt bei der Behandlung mit kalter verdünnter Salzsäure eine kleine Menge Schwefelwasserstoffgas und wurde beim Digeriren mit concentrirter Salzsäure zum Theile zersetzt.

Zuerst wurde eine Probe des Meteoriten einer Gesamtanalyse unterworfen. Nach dem Aufschliessen mit Natrium- und Kaliumcarbonat und Zersetzen mit Salzsäure wurden nach den bekannten Methoden Kieselsäureanhydrid, Aluminiumoxyd, die gesammte Eisenmenge als Eisenoxyd, ferner Calcium- und Magnesiumoxyd, in einem anderen Theile des Pulvers aber nach Oxydation mit Salpetersäure und Verdampfen des Ueberschusses dieser Säure die Menge des Schwefels aus dem erhaltenen Baryumsulfat bestimmt. Die Menge des Eisenoxydes ergab sich aus der Differenz, da in der Analyse einer neuen Probe nach Bestimmung des Eisens in dem durch kalte verdünnte Salzsäure extrahirten Theile und nach Bestimmung des Eisenoxyduls im Rückstande, welcher mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen worden, das Aequivalent beider von der Eisenoxydmenge der ersten Bestimmung in Abzug gebracht wurde.

Die Alkalien, deren Menge aber sehr gering ist, wurden in einer besonderen Probe bestimmt.

Das Ergebnis dieser Gesamtanalyse ist mit 1. bezeichnet.

Bei der ferner ausgeführten Partialanalyse wurde die nach Digeriren des feinen Pulvers mit concentrirter Salzsäure auf dem Wasserbade erhaltene Lösung von dem Rückstande getrennt, dieser sorgfältig gewaschen, sodann mit einer verdünnten Lösung von Natriumcarbonat behandelt und die jetzt erhaltene Lösung der vorigen zugefügt. Die durch Analyse des Gelösten erhaltenen Resultate, welche zugleich die früher bestimmte Schwefelmenge berücksichtigen, sind mit 2. bezeichnet.

Das Ungelöste im Betrage von 87.45 Procent wurde besonders analysirt und in einer in gleicher Weise erhaltenen Probe die Menge des Eisenoxydes aus der Differenz bestimmt. Die erhaltene Zusammensetzung des Ungelösten ist unter 3. angeführt und in der folgenden Columnne das aus 2. und 3. berechnete Gesamtergebnis zusammengestellt, wobei die Bestimmungen von Schwefel und Alkalien aus der vorigen Versuchsreihe benutzt werden.

	1.	2.	3.	2. u. 3.
Kieselsäureanhydrid . . . . .	44·58	4·12	40·58	44·70
Aluminiumoxyd . . . . .	8·86	0·44	8·40	8·84
Eisenoxyd . . . . .	1·81	—	2·36	2·36
Eisenoxydul . . . . .	8·50	1·78	6·53	8·31
Magnesiumoxyd . . . . .	10·05	1·13	8·50	9·63
Calciumoxyd . . . . .	24·51	2·55	21·25	23·80
Natriumoxyd . . . . .	0·26	—	—	0·26
Kaliumoxyd . . . . .	0·19	—	—	0·19
Eisen . . . . .	0·81	0·81	—	0·81
Schwefel . . . . .	0·45	—	—	0·45
	<hr/> 100·02			<hr/> 99·35

Rechnet man zum Aluminiumoxyd auch eine dem Eisenoxyd äquivalente Menge und versteht man unter  $R$  die gefundenen zweiwerthigen Metalle, so ergeben sich, abgesehen von Eisen und Schwefel, aus der Analyse 1. als Quotienten der erhaltenen Mengen von Silicium, Aluminium und von Metallen  $R$  durch die Atomgewichte die Zahlen  $7·43 : 1·96 : 8·07$ .

Da die Zahl 8·07 für die Metalle  $R$  grösser ist als die dem Silicium entsprechende Zahl 7·43, so stimmt die Analyse mit der mineralogischen Beobachtung, welche ausser dem Augit mit dem Verhältnis  $R Si O_3$  auch noch Olivin, welchem das Verhältnis  $R_2 Si O_4$  zukommt, angibt.

Das durch Säure nicht Zersetzbare ist als Augit zu betrachten, und zwar ist dieser ein Aluminiumoxyd und Eisenoxyd enthaltender Augit. Die procentische Zusammensetzung desselben berechnet sich gemäss der Analyse 3 und mit Rücksicht darauf, dass die geringen Mengen von Natrium und Kalium dem Augit angehören, wie folgt:

Kieselsäureanhydrid . . . . .	46·40
Aluminiumoxyd . . . . .	9·60
Eisenoxyd . . . . .	2·70
Eisenoxydul . . . . .	7·47
Magnesiumoxyd . . . . .	9·72
Calciumoxyd . . . . .	24·30
Natriumoxyd . . . . .	0·30
Kaliumoxyd . . . . .	0·22
	<hr/> 100·71

Die Quotienten für  $Si$ ,  $Al$  und die Metalle  $R$  sind:  
 $7·73 : 2·22 : 7·80$

was dem Augit vollkommen entspricht, im übrigen aber ist die Zusammensetzung wegen des hohen Calciumgehaltes eine ungewöhnliche.

In einer vor längerer Zeit erschienenen Arbeit <sup>1)</sup> hat der Eine von uns gezeigt, dass die besten der damals bekannten Analysen aluminiumhaltiger Augite einer isomorphen Mischung von zweierlei Verbindungen entsprechen, wovon die eine die Zusammensetzung  $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$ , die andere aber die Zusammensetzung  $\text{Mg Al}_2 \text{SiO}_6$  hat, indem die analogen Eisenverbindungen mitverstanden werden. In dem hier besprochenen Augit ist für das eine Silicat allerdings auch die erstere Form anzunehmen, für das andere jedoch die Zusammensetzung  $\text{Ca Al}_2 \text{SiO}_6$  folglich in der zweiten Form  $\text{Ca}$  statt  $\text{Mg}$  einzusetzen.

Demnach wären in dem Augit des hier untersuchten Meteoriten die Verbindungen  $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$ ,  $\text{Ca Fe Si}_2 \text{O}_6$ ,  $\text{Ca Al}_2 \text{SiO}_6$  und  $\text{Ca Fe}_2 \text{SiO}_6$  anzunehmen. Berechnet man eine Mischung dieser vier Silicate nach dem Verhältnis von 51 Procent, 25 Procent, 20 Procent und 4 Procent, so erhält man die hier angeführten Zahlen, welche mit der Analyse verglichen werden.

	Beobachtet	Berechnet
Kieselsäureanhydrid . . . . .	46·40	46·80
Aluminiumoxyd . . . . .	9·60	9·36
Eisenoxyd . . . . .	2·70	2·32
Eisenoxydul . . . . .	7·47	7·26
Magnesiumoxyd . . . . .	9·72	9·44
Calciumoxyd . . . . .	24·30	24·82
Natriumoxyd . . . . .	0·30	—
Kaliumoxyd . . . . .	0·22	—
	<hr/> 100·71	<hr/> 100·00

Dieser Augit entspricht sonach in seiner Zusammensetzung einer Mischung, in welcher alle enthaltenen isomorphen Silicate Calciumsilicate sind, und derselbe repräsentirt daher in seiner procentischen Zusammensetzung ein Maximum des Calciumgehaltes.

In dem durch Salzsäure in Lösung gebrachten Theil des Meteoriten wäre, abgesehen von der Eisenmenge, welche vom Magnetkies herrührt, die Zusammensetzung eines Olivins zu erwarten, doch weist der merkliche Aluminiumgehalt darauf hin, dass bei dem Digeriren des Pulvers mit concentrirter Salzsäure nicht nur der Magnetkies und Olivin, sondern auch ein Theil des Augits zersetzt worden sei.

<sup>1)</sup> Mineralog. Mittheilungen. Herausg. v. Tschermak. 1871, pag. 17.



Da Maskelyne bei der Untersuchung des Steines von Busti<sup>1)</sup> beobachtete, dass sogar der Enstatit bei der Behandlung mit Salzsäure merklich angegriffen wird und dabei ein Theil von der Zusammensetzung des Enstatits in Lösung übergeht, so liegt die Möglichkeit nahe, dass ein calciumreicher Augit durch Säure in der Wärme merklich angegriffen und zum Theile aufgelöst wird; auch ist vorher bemerkt worden, dass der aus dem vorliegenden Stein ausgelesene Augit durch Salzsäure nicht unbedeutend angegriffen werde. Eine Trennung des Olivins vom Augit war demnach auf kurzem Wege nicht zu erreichen. Wäre eine grössere Menge von Material zur Disposition, so könnte allerdings durch mehrere Versuche die Einwirkung der Säure von bestimmter Stärke auf das Pulver des Meteoriten ermittelt und die Dauer bestimmt werden, bei welcher der Augit eben merkbar angegriffen wird. Aus einem später anzuführenden Versuche ergab sich, dass bei der Behandlung des Meteoriten mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur zwar die Bestandtheile des Olivins gelöst werden, jedoch kein Aluminium in Lösung übergeht. Danach liesse sich das Aluminium als Indicator für Augit benutzen. Bei der Beschränktheit des Materiales mussten jedoch zwei Versuche genügen.

Es ist nicht anzunehmen, dass bei der Einwirkung der Säure die isomorphen Bestandtheile des Augits in ungleichem Masse in Lösung übergehen, vielmehr ist nach den Erfahrungen am Enstatit. Epidot, Plagioklas u. a. vorauszusetzen, dass auch der Augit als solcher gelöst werde. Da nun bei dem unter 2 angeführten Versuche 0.44 Procent Aluminiumoxyd erhalten wurden, so ist anzunehmen, dass die entsprechende Menge Augit, nämlich 4.6 Procent gelöst wurde. Danach lässt sich berechnen, was nebst dem Augit in Lösung überging.

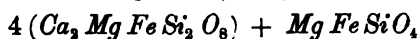
	Gelöst nach 2	Davon Augit	Rest des Gelösten
Kieselsäureanhydrid .	4.12	2.14	1.98
Aluminiumoxyd . . .	0.44	0.44	—
Eisenoxydul . . . .	1.78	0.45	1.33
Magnesiumoxyd . . .	1.13	0.45	0.68
Calciumoxyd . . . .	2.55	1.12	1.43
	10.02	4.60	5.42

<sup>1)</sup> Proc. Royal Society. XVIII, pag. 146.

Werden also von dem durch Salzsäure Gelösten die dem Augit entsprechenden Mengen der einzelnen Stoffe in Abzug gebracht, so bleibt ein Rest, in dem die Quotienten durch die Atomgewichte für Silicium und die übrigen Metalle das Verhältnis

$$0.33 : 0.61$$

ergeben, welches dem für Olivin geltenden 1 : 2 nahekommt. Demnach berechnen sich 5.42 Procent Olivin, was mit der mineralogischen Beobachtung harmonirt, die eine geringe Menge des olivinartigen Gemengtheiles erkennen liess. Es ist jedoch ein calciumreicher und zugleich stark eisenhaltiger Olivin, also ein dem Monticellit ähnlicher, mit grösserem Eisengehalte, ungefähr nach dem Verhältnis



zusammengesetzt.

	Rest des Gelösten	Berechnet
Kieselsäureanhydrid . . . . .	1.98	1.89
Eisenoxydul . . . . .	1.33	1.26
Magnesiumoxyd . . . . .	0.68	0.70
Calciumoxyd . . . . .	1.43	1.57
	<hr/> 5.42	<hr/> 5.42

Es ist aber wahrscheinlich ein Gemenge von Monticellit und Olivin anzunehmen, umsomehr als die mikroskopische Untersuchung der gelben, durch Salzsäure zersetzbaren Körnchen einen Unterschied ergab, indem die einen eine deutlichere Spaltbarkeit wahrnehmen liessen.

Das hier durch Rechnung erhaltene Resultat, welches die Gegenwart eines calciumreichen Silicates von dem Zusammensetzungsverhältnis des Olivins angibt, wird dadurch bestätigt, dass in einer Versuchsreihe (4) nach kurzdauernder Behandlung des gepulverten Meteoriten mit verdünnter Salzsäure in der That die entsprechenden Stoffe ungefähr in jenem Verhältnis in Lösung übergingen.

	Gelöster Olivin, aus 3 berechnet	Gelöst nach Versuch 4
Kieselsäureanhydrid	1.98	0.89 Procent
Eisenoxydul . . . . .	1.33	1.04 "
Magnesiumoxyd . . . . .	0.68	0.45 "
Calciumoxyd . . . . .	1.43	0.77 "
Eisen . . . . .	—	0.81 "

Durch verdünnte Salzsäure ist demnach nicht die ganze Menge des vorhandenen Olivins, sondern nur ungefähr die Hälfte in Lösung gebracht worden. Da die analytischen Mengen, welche den beiden Zahlenreihen entsprechen, bloß 42 Milligramm und 20 Milligramm betragen, so kann zufolge des Einflusses der Versuchsfehler eine genauere Uebereinstimmung der Verhältnisse nicht erwartet werden.

Die Gemengtheile des Meteoriten berechnen sich also gemäss den unter 2. und 3. mitgetheilten Resultaten wie folgt:

	Augit	Olivin	Magnetkies	Analyse
Kieselsäureanhydrid .	42·72	1·98	—	44·70
Aluminiumoxyd . . .	8·84	—	—	8·84
Eisenoxyd . . . . .	2·47	—	—	2·47
Eisenoxydul . . . . .	6·88	1·33	—	8·21
Magnesiumoxyd . . .	8·95	0·68	—	9·63
Calciumoxyd . . . . .	22·37	1·43	—	23·80
Natriumoxyd . . . . .	0·26	—	—	0·26
Kaliumoxyd . . . . .	0·19	—	—	0·19
Eisen . . . . .	—	—	0·81	0·81
Schwefel . . . . .	—	—	0·45	0·45
Procente	92·68	5·42	1·26	99·36

Wird das Resultat auf 100 berechnet, so ergibt sich für die Zusammensetzung des Meteoriten:

Augit . . . . .	93·28
Olivin . . . . .	5·45
Magnetkies . . . . .	1·27
	<hr/>
	100

### Vergleichung.

Der Meteorit von Angra dos Reis hat in mineralogischer Beziehung eine Aehnlichkeit mit den Eukriten, welche meist krystallinisch sind und wesentlich aus Augit und Anorthit bestehen, geringer ist die Aehnlichkeit mit den von G. Rose als Howardite bezeichneten Steinen, welche ausser Augit und Anorthit noch Bronzit enthalten und meist ein tuffartiges Ansehen haben; mit dem Bustit endlich, welcher krystallinisch ist und Diopsid und Enstatit als

wesentliche Gemengtheile enthält, steht er nur dadurch in Beziehung, dass Diopsid und Augit zur selben Gattung gehören. Mit den übrigen eisenfreien Meteorsteinen kann der neue Meteorit nicht verglichen werden, weil in denselben der Augit gar keine Rolle spielt.

Der in dem Meteoriten von Angra untergeordnet vorkommende Olivin ist dem Eukrit fremd, scheint aber in den Howarditen gleichfalls in untergeordneter Menge aufzutreten. Der dritte Gemengtheil, der Magnetkies, ist in den Meteorsteinen überhaupt als Nebengemengtheil verbreitet.

Da die Eukrite unter den bisher bekannten Meteoriten am reichsten an Augit sind, so ist es von Interesse, die chemische Zusammensetzung derselben mit jener des neuen Meteoriten zu vergleichen, wobei die kleinen Mengen von Chromit und Magnetkies weggelassen werden.

	Juvinas Rammelsberg	Stannern Ludwig	Constanti- nopol Ludwig	Peters- burg Smith	Shergotty Lumpe	Angra dos Reis Ludwig
Kieselsäure- anhydrid . .	48·33	48·30	48·59	49·21	50·21	44·58
Aluminiumoxyd	12·55	12·65	12·63	11·05	5·90	8·86
Eisenoxydul . .	19·57	21·05	20·99	20·41	21·85	10·13 <sup>1)</sup>
Magnesiumoxyd	6·44	6·87	6·16	8·13	10·00	10·05
Calciumoxyd . .	10·23	11·27	10·39	9·01	10·41	24·51
Natriumoxyd . .	0·63	0·62	0·46		1·28	0·26
Kaliumoxyd . .	0·12	0·23	0·16	0·83	0·57	0·19

Da die Howardite und alle übrigen Meteoriten keinen grösseren Calciumgehalt aufweisen als die Eukrite, diese aber von dem neuen Meteoriten hierin meist übertroffen werden, so ist der Meteorit von Angra der calciumreichste unter allen bekannten Meteoriten. Auch der Augit, beziehungsweise das bei der Behandlung mit Säure unzersetzt gebliebene ist in dem Stein von Angra am reichsten an Calcium, ferner ist hier der Gehalt an Aluminium viel grösser als in den bisher untersuchten Augiten der Meteorsteine.

<sup>1)</sup> Beide Oxyde des Eisens als  $FeO$  berechnet.

	Juvinas Unzersetzt Rammelsberg	Stannern	Shergotty Augit Tschermak	Busti Diopsid Maskelyne	Angra Unzers. Ludwig
Kieselsäure- anhydrid . .	52·50	48·70	52·34	55·49	46·40
Aluminiumoxyd	0·24	2·60	0·25	—	9·60
Eisenoxydul .	31·07	30·45	23·19	0·49	9·90
Magnesiumoxyd	10·06	9·77	14·29	23·33	9·72
Calciumoxyd .	5·73	8·06	10·49	19·98	24·30
Natriumoxyd .	—	0·33	—	0·55	0·30
Kaliumoxyd .	0·40	0·09	—	—	0·22

Wenn man den neuen Meteorit nach dem von G. Rose begründeten petrographischen Systeme classificirt, so wird man denselben in die Nähe des Eukrits und des Howardits stellen, doch lässt er sich in keine dieser beiden Abtheilungen bringen.

Auch lässt sich nicht die Ansicht begründen, dass derselbe einer augitreichen Partie aus eine Eukrit- oder Howarditmasse entspreche, denn im ersteren Falle würde sich der zurückgedrängte Gemengtheil, der Plagioklas bei der mikroskopischen Beobachtung wenn auch nur in Spuren zeigen, dagegen der Olivin mangeln, im zweiten Falle würden sich kleine Mengen von Bronzit oder Plagioklas oder von beiden bemerkbar machen, was alles nicht wahrgenommen wurde. Ferner ist der Augit des neuen Meteoriten von allen jenen, welche im Eukrit oder Howardit beobachtet wurden, schon in physikalischer Beziehung verschieden. Das Gefüge des neuen Meteoriten ist übrigens von jener Gleichförmigkeit, welche einer selbstständigen Felsart zukommt.

Der neue Meteorit ist demnach als Repräsentant einer bisher nicht bekannt gewesenen Meteoritenart zu betrachten, für welche sich der Name Angrit empfiehlt.

### Anhang.

#### Analytische Belege.

1. a) 1·0681 Gramm des Meteoriten von Angra lieferten 0·4761 Gramm Kieselsäureanhydrid, 0·0947 Aluminiumoxyd, 0·1326 Eisenoxyd, 0·2618 Calciumoxyd, 0·2981 Magnesiumpyrophosphat;  
 b) 0·4925 Gramm des Meteoriten gaben 0·0163 Gramm Baryumsulfat;

- c) 0·5074 Gramm des Meteoriten, mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur behandelt, gaben 0·0059 Eisenoxyd, der nicht angegriffene Theil mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen, verbrauchte 6·15 CC Chamäleon & 0·00701 Eisenoxydul;
- d) 0·6196 Gramm des Meteoriten gaben 0·005 Kalium- und Natriumchlorid und 0·0063 Kaliumplatinchlorid.
2. a) 0·7775 Gramm des Meteoriten lieferten nach Behandlung mit Salzsäure im Wasserbade eine Lösung, aus welcher 0·032 Kieselsäureanhydrid, 0·0034 Aluminiumoxyd, 0·0244 Eisenoxyd, 0·0198 Calciumoxyd und 0·0242 Magnesiumsalz erhalten wurden.
3. a) Das nach vorigem Versuche ungelöste von 0·6799 oder 87·45 Procent des ursprünglichen Gewichtes gab 0·3155 Kieselsäureanhydrid, 0·0653 Aluminiumoxyd, 0·0747 Eisenoxyd, 0·1652 Calciumoxyd, 0·1835 Magnesiumsalz;
- b) 0·612 Gramm Substanz auf gleiche Art wie in 2. behandelt, lieferten im gelösten Antheil 0·025 Eisenoxyd und in dem Ungelösten nach dem Aufschliessen mit Flusssäure und Schwefelsäure 0·0344 Eisenoxydul.
4. 0·5074 Gramm Substanz mit Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur ausgezogen, lieferten 0·0045 Kieselsäureanhydrid, 0·0118 Eisenoxyd, 0·0039 Calciumoxyd, 0·0064 Magnesiumsalz.
-

# **XIII. Beiträge zur Kenntniss der Nosean- führenden Auswürflinge des Laacher Sees.**

Von **Lucius L. Hubbard** aus Cambridge, Mass.

(Mit Tafel V, VI, VII und 4 Abbildungen im Texte.)

## **Einleitung.**

Seit den Zwanziger-Jahren haben die vulcanischen Gesteine aus der Gegend des Laacher Sees das Interesse und die Aufmerksamkeit der Geologen mehrfach auf sich gezogen. In der wissenschaftlichen Literatur liegt eine Reihe Beschreibungen von einzelnen dieser Gesteine und der in denselben vorkommenden Minerale vor. Umfassender und eingehender behandeln diesen Gegenstand die Arbeiten von v. Dechen, vom Rath, Laspeyres und Wolf. Herrn vom Rath in erster Linie verdanken wir unsere Kenntnisse vieler der Krystalle, vorzugsweise der selteneren, welche die Drusen der sogenannten Laacher Auswürflinge bekleiden und diesen Gesteinen einen Platz neben den zierlichsten Schöpfungen der Mineralwelt einräumen. Die obengenannten Arbeiten, soweit sie petrographisch sind, stützen sich jedoch zum grössten Theil auf makroskopische Beobachtungen, oder wenn sie mit Hilfe des Mikroskopes ausgeführt waren, stammen sie doch aus einer Zeit, da diese Untersuchungsmethode noch in ihrer Entstehung oder ersten Entwicklung war, und dabei ist nach der Natur der Sache vieles unaufgeklärt geblieben. Daher erschien es wünschenswerth, diese Gesteine einer wiederholten und genaueren mikroskopischen Prüfung zu unterziehen, nicht nur um deren Mineral-Bestandtheile und die verschiedenen Combinationen derselben genauer festzustellen, sondern auch um die Einwirkung der Hitze auf diese Bestandtheile klar zu legen, und womöglich etwas Licht über die Entstehung dieser räthselhaften Dinge zu verbreiten.

Das Material zur folgenden Arbeit, welche sich lediglich auf die Noseanführenden<sup>1)</sup> Auswürflinge beschränkt, lieferten mehrere

---

<sup>1)</sup> Die Urgesteine und Schiefer unter den Auswürflingen sind neuerdings von Herrn Dittmar untersucht und beschrieben worden. Die Arbeit wird nächstens erscheinen.

hundert Gesteinsstücke, welche ich bei Gelegenheit einiger dreissig Besuche am Laacher See in den Jahren 1884 und 1885 sammelte, ergänzt durch Stufen des Poppelsdorfer Museums und der Reiter'schen Sammlung zu Neuwied. Die Schiffe wurden von den Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen angefertigt.

Die Laacher Auswürflinge werden in vier Classen eingetheilt:

1. Altkrystallinische und Schiefer-Gesteine, Bruchstücke der älteren, in der Tiefe anstehenden Gebirgsmassen.
2. Sanidinite, welche ganz oder zum grössten Theil aus Sanidin bestehen.
3. Der von Herrn v. Dechen so genannte Laacher Trachyt, und
4. Basaltbomben.

Die Grenze zwischen den Sanidiniten und dem Laacher Trachyt, und zwischen diesem und den Basaltbomben ist, wie wir später sehen werden, keine scharfe, doch hat jede dieser drei Gesteinsarten, wenn wir von deren Uebergangsstufen absehen, einen so ausgeprägten Typus, dass wir nichts Besseres thun können als diese Namen beizubehalten.

Die Sanidinit- und Laacher Trachyt-Auswürflinge kommen in allen Grössen bis zu zwei Fuss im Durchmesser, in runden, ovalen bis eckigen Massen vor. Die Schiefer sind meistens eckig, oder sie zeigen, wie die altkrystallinischen Gesteine, mehr oder weniger abgerundete Ecken und Kanten; die Basaltbomben sind gewöhnlich rundlich und ziemlich glatt.

Die Farbe der Sanidinite ist in der Regel eine helle. Diese Gesteine haben eine ziemlich dichte bis lockere Structur und eine fein- bis grobkörnige Beschaffenheit, welche oft an demselben Stück wechselt. Sie sind meistens ohne irgend eine Grundmasse, bestehen zum grössten Theil aus Sanidin, oder Sanidin und Nosean, und führen als accessorische Gemengtheile Plagioklas, Magneteisen, Glimmer, Titanit, Zirkon, Nephelin, Skapolith, Melanit, Orthit und andere seltene Minerale. Sie stehen in chemischer Hinsicht dem gewöhnlichen Trachyt nahe.

In den Poren der lockeren Sanidinite und in kugeligen oder langröhrenförmigen Drusen sitzen die zierlichen Krystalle von Magneteisen, Titanit, Nosean, Hornblende, Glimmer, Orthit, Apatit u. s. w., welche diese Gesteine so berühmt gemacht haben.

Die Laacher Trachyte sind hell- bis dunkelgrau, ja manchmal fast schwarz, und obgleich zum Theil sehr dicht und schwer, häufiger



sehr porös; sie erinnern dann lebhaft an die Beschaffenheit des Bimsteins. Chemisch stehen sie zwischen dem Trachyt und dem Basalt<sup>1)</sup>, doch führen sie in einer lavaartigen Grundmasse grössere Krystalle von Sanidin, Plagioklas, Augit, Glimmer, Olivin, Titanit, Magneteisen, Hornblende und Zirkon.

Eine andere Gesteinsart, welche den Sanidiniten angereicht wird, ist ziemlich dicht und besitzt eine schieferähnliche oder gneissartig gebänderte Structur, ja es zeigt sich manchmal in einer hellen Partie eine sehr deutlich ellipsoidische Aggregation verschiedener dunklerer Minerale in einer Serie von Bändern, welche die Form eines Auges bilden.

Die Auswürflinge der Sanidinite sowohl als auch der älteren Gesteine sind häufig von einer dunklen Hülle von Laacher Trachyt umgeben, welche sich ziemlich leicht von dem Kern abheben lässt. Hingegen erscheint manchmal der Sanidinit als kleiner Einschluss in einer bedeutenden Trachytmasse, und seltener scheint ein allmählicher Uebergang von dem einen in das andere Gestein vorzuliegen.

Solches sind, in Kürze beschrieben, die makroskopischen Eigenschaften der gewöhnlichen Laacher Auswürflinge, damit will ich aber keineswegs diesen Theil meines Themas erschöpft haben. Eine genauere Beschreibung aller am Laacher See vorkommenden Gesteine, wäre dieselbe überhaupt möglich, würde weit über die Grenze der von mir vorgenommenen Arbeit hinausreichen und dabei auch zu

<sup>1)</sup> Die von Wolf angeführte Analyse vom Laacher Trachyt ergab:

<i>Si O<sub>2</sub></i> . . . . .	54.39
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	18.48
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	3.91
<i>Fe O</i> . . . . .	2.54
<i>Mn O</i> . . . . .	1.24
<i>Ca O</i> . . . . .	3.99
<i>Mg O</i> . . . . .	1.03
<i>K<sub>2</sub> O</i> . . . . .	6.06
<i>Na<sub>2</sub> O</i> . . . . .	6.49
<i>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub></i> . . . . .	0.71
<i>Cl</i> . . . . .	0.06
<i>P<sub>2</sub> O<sub>5</sub></i> . . . . .	0.20
Glühverlust . . . . .	1.14

100.24

keinem praktischen Resultate führen. Auch ist dies um so weniger erforderlich, da wir in der Arbeit von Wolf eine sehr eingehende Beschreibung dieser Gesteine haben, und diesem Forscher stand eine Sammlung, welche wohl ihres Gleichen sucht, zur Verfügung.

Dass unter den Auswürflingen Urgesteine vorkommen, ist keine neue Beobachtung. „Schon Sandberger<sup>1)</sup> hatte im Jahre 1845 von Gneiss und anderen altkrystallinischen Gesteinsstücken aus der Laacher Gegend gesprochen, aber trotzdem herrschten unter den Geologen bis in die neueste Zeit die verschiedensten Ansichten über die Identität dieser Gesteine mit den Urgesteinen. Ueberhaupt schwankten die Meinungen bezüglich der Entstehung und Bildungsweise der Auswürflinge im allgemeinen hin und her. Eine dieser Ansichten ging dahin, dass die Sanidin-führenden Auswürflinge bei der Explosion, welche sie an die Erdoberfläche gefördert, sich durch Erkaltung geschmolzener oder zähflüssiger Mineralmassen gebildet hätten. Dieser Vermuthung gegenüber hat die Hypothese mehr Anerkennung gefunden, dass das Gestein der Auswürflinge schon zur Zeit des Ausbruches in der Tiefe anstehend war; über die Bildungsweise dieses Gesteines aber gingen die Ansichten wieder auseinander. Einige Forscher führten dieselbe auf ein feuerflüssiges Magma zurück, welches an seiner Oberfläche erstarrte, durch die Explosion der vulcanischen Gase losgerissen und an die Erdoberfläche herausgeschleudert wurde. Diese Annahme hat in Laspeyres<sup>2)</sup> ihren Hauptvertheidiger gefunden. Laspeyres leugnet zwar nicht, dass Granit und Gneiss unter den Laacher Auswürflingen vorkommen, er stellt aber viele gneiss- und schieferähnliche Auswürflinge zu den Sanidiniten, als Modificationen derselben, an denen die „schichtweise lamellare Anordnung der Gemengmineralien“ einer „schichtenweise polaren Attraction der gleichen Gemengmineralien“ zu verdanken sei. Den Laacher Trachyt betrachtet er als aus einem tiefer liegenden Theile des Sanidin-Magmas hervorgehend; Sanidinite und Trachyt sind also bloß verschiedene Ausbildungsstadien ein und desselben Magmas. Als Gegner dieser Theorie tritt Wolf<sup>3)</sup> mit der Ansicht auf: „Die Sanidin-Auswürflinge stammen von zertrümmerten, das Urgebirge durchsetzenden Sanidingängen her, welche sich durch

<sup>1)</sup> Neues Jahrb. für Min. 1845, pag. 140.

<sup>2)</sup> Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XVIII, pag. 311, 1866.

<sup>3)</sup> Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XX, pag. 54, 1868.

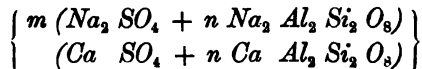
heisse, mit verschiedenen Substanzen beladene Gewässer gebildet haben“. Die altkrystallinen Auswürflinge erkennt er als solche an, und hält den Laacher Trachyt für ein Mischungsproduct trachytischer und basaltischer Massen, indem er viele Uebergänge von dem einen zum andern nachweist. Einige der Gründe, welche Wolf zur Bekämpfung anderer Theorien anführt, sind, kurzgefasst, folgende : Das Fehlen von Olivin in den Sanidiniten und sein häufiges Auftreten im Laacher Trachyt, sowie das Auftreten von Zirkon, Nosean, Kalkspath, Orthit u. s. w. in ersteren und das Fehlen dieser Minerale im Trachyt sprechen gegen die Annahme eines gemeinsamen Magmas dieser beiden Gesteine. Auch sei es nicht wahrscheinlich, dass in demselben vulcanischen Herde ein Ausbruch trachytischer Natur einem solchen basaltischer Gesteine folgte. Die unregelmässige, eckige, röhrenförmige Form der Spalten, Drusen und Hohlräume in den Sanidiniten und das Fehlen einer Uebereinstimmung derselben in ihrer Richtung sprechen auch gegen eine Gasentwicklung als Ursache derselben. Dass Gänge von Sanidin durch „Schieferconcretionen“ kreuz und quer laufen, stehe im Widerspruche zur polaren Attraction. Dann fährt Wolf weiter fort, seine eigene Theorie zu begründen. Er geht von dem nach Beseitigung der anderen schon besprochenen Theorien allein möglichen Grundsatz aus, dass die Sanidinite ein zur Zeit der vulcanischen Eruption in der Tiefe schon anstehendes Gestein bildeten, eine Theorie, welche schon von Sandberger und anderen hervorragenden Forschern angenommen wurde. Die Sanidinite, sagt Wolf, dürfen wir nicht als einen gewöhnlichen Trachytstock betrachten, einmal wegen der seltenen Minerale, die sie enthalten, welche dem Trachyt nicht zukommen, und ferner weil sie nicht gleichmässig beschaffen sind, und weil die Contacterscheinungen zwischen diesen und dem Nebengestein dagegen sprechen. Gemäss Analogie der Bildung der Contactminerale durch Einwirkung heisser Gewässer an verschiedenen Punkten auf der Erde nimmt Wolf eine ähnliche Entstehung für die Laacher Sanidinite an, wie sie z. B. für gewisse Granitgänge im Granit gilt, die fremde Minerale führen, Bänder bilden, und eine symmetrische Anordnung zeigen. Die Natur vieler der in den Auswürflingen vorkommenden Minerale lässt, nach Wolf, eine rein feurige Entstehung nicht zu, während auf der anderen Seite nichts ihrer Entstehung durch heisse Gewässer widerstreite. Nur auf solche Weise könne er sich die Bildung von

Kalkspath mit eingewachsenem Zirkon, Sanidin und Nosean erklären. Wolf behauptet, dass der Nosean und die leichtschmelzbaren Minerale niemals im Laacher Trachyt vorkommen, dass in der trachytischen Varietät Hauyn und Olivin niemals vermisst werden, und dass diese, wie überhaupt alle eingesprengten Minerale, körnig zerklüftet sind.

Im übrigen muss ich des näheren auf die Arbeit von Wolf selbst verweisen. Die Ansichten und Schlussfolgerungen dieses Forschers, obgleich meines Erachtens zuweilen inconsequent, bekunden die intimste Bekanntschaft mit den Laacher Mineralen und legen für eine meisterhafte Beobachtungs-Fähigkeit Zeugnis ab. Dass er aber eine schärfere Trennung der einzelnen Minerale mit Bezug auf die Zeit und Art ihrer Entstehung nicht gemacht hat, lässt gewissermassen unsere Vorstellungen über diese Gebilde noch im Dunklen. Vermöge mikroskopischer Beobachtungen werden wir, wie ich hoffe, besser im Stande sein, diese Trennung zu versuchen und vielleicht einen etwas vollständigeren Einblick in die unterirdischen Processe gewinnen können. Da das Material, welches mir bei meinen Untersuchungen zu Gebote stand, in vielen Beziehungen mangelhaft war, werde ich in einigen Fällen Abstand nehmen müssen, ein festes Urtheil auszusprechen. Die Unzugänglichkeit der Laacher Sammlung bedaure ich um so mehr, da die Arbeit Wolf's einige Gegenstände behandelt, welche ich aus angeführtem Grunde fast mit Stillschweigen zu übergehen gezwungen bin.

### Hauyn, Nosean.

Obgleich im allgemeinen eine ausgesprochene blaue Farbe den Hauyn von dem Nosean unterscheiden lässt, so ist doch diese Beschaffenheit nicht in allen Fällen ein sicheres Unterscheidungsmittel, da sowohl helle als dunkle Krystalle beider Minerale vorkommen. Auch ist in chemischer Hinsicht die Grenze zwischen Hauyn und Nosean mehr conventionell als reell, was aus einer Bemerkung Rammelsberg's zu entnehmen ist. Nach diesem Forscher sind Hauyn und Nosean isomorphe Mischungen von



und in einer Reihe von ihm angeführter Analysen — welche von Whitney, vom Rath und Anderen gemacht sind — wechselt das

Atomverhältnis  $Na : Ca$  zwischen 35 bis 3·5 für Nosean und 4 bis 1·2 für Hauyn. „Und wenn die Noseane Nr. 7 und 8“ (von v. Rath) „Hauyn genannt werden, so ist  $m$  beim Nosean = 35 bis 8; und der kalkreichste Nosean enthält dann noch immer doppelt so viel der  $Na$ -Verbindung, als der kalkärmste Hauyn.“<sup>1)</sup> Da bisher ein Natron-freies Endglied dieser Reihe nicht beobachtet wurde, so erscheint es gerechtfertigt, diese beiden Minerale zusammen zu behandeln und die Noseane einfach als die natronreichen Glieder der Hauynreihe von dem kalkreichen Hauyn zu unterscheiden, wie es Rosenbusch thut.<sup>2)</sup> Aus oben Gesagtem ist es klar, dass in manchen Fällen eine scharfe Trennung zwischen Nosean und Hauyn ohne Analyse unmöglich ist. Indessen weil andere makroskopische Unterscheidungsmittel ausser der Farbe vorläufig fehlen, werde ich auf den folgenden Seiten alle von mir beschriebenen Vorkommnisse dieser Reihe Nosean nennen, deren Farbe nicht blau ist, während ich den Namen Hauyn auf die mehr oder weniger blauen Krystalle beschränken werde.

Unter den sogenannten Sanidiniten des Laacher Sees gibt es eigentlich verhältnismässig wenige, welche nicht Nosean-führend sind. Der Nosean ist daher, der Menge nach, wohl als eines der am häufigsten auftretenden Minerale der Auswürflinge zu betrachten. Er kommt schön krystallisirt, in Drusen aufgewachsen vor, und zwar gewöhnlich in der Form des Rhombendodekaëders  $\infty O(110)$ , oder in der Combination  $\infty O(110)$  und  $\infty O\infty(100)$ . Eine an ihm häufig beobachtete Zwillingform ist dieselbe, welche am Sodalith vom Vesuv so häufig vorkommt und von vom Rath<sup>3)</sup> beschrieben wurde. Zwei Individuen — etweder  $\infty O(110)$  oder  $\infty O(110)$  und  $\infty O\infty(100)$ , mehrfach noch mit  $2O2(211)$  — „stellen hexagonale Prismen dar mit stumpf rhomboëdrischer Endigung, aus deren Rhomboëderflächen des einen Individuums die Kanten des anderen hervorbrechen. Bei dieser Verwachsung ist eine Oktaëderfläche (jene, welche die durch sechs aus- und sechs einspringende Kanten gebildete Endecke der Gruppe abstumpfen würde) Zwillingsebene; doch nicht mit dieser sind die Individuen verwachsen (wie beim Spinellzwilling), sondern sie haben sich vielmehr durchdrungen“.

<sup>1)</sup> Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. Ergänzungsheft 1886, pag. 130.

<sup>2)</sup> Rosenbusch, Physiographie. 1885, pag. 285.

<sup>3)</sup> Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XVIII, 1866, pag. 550.

Diese Zwillinge sind wasserklar bis undurchsichtig und erreichen manchmal eine Grösse von über 2 Centimetern. Der Hauyn wird seltener in schönen Krystallen angetroffen, dann aber gewöhnlich in der Form  $\infty O$ . Einmal sah ich ihn in der obgenannten Zwillingform und in meiner Sammlung habe ich ein einfaches Kryställchen, das die Combination  $\infty O(110)$ ,  $\infty O\infty(100)$  und  $2O2(211)$  zeigt. Weit häufiger trifft man körnigen Nosean, entweder mit Sanidin und anderen Mineralen verwachsen, oder allein in aderähnlichen, mehrere Zoll breiten Partien, wobei an den emporragenden Körnern die Form des Rhombendodekaëders leicht erkennbar ist, dann auch noch in scheinbar derben und wie Glas aussehenden Partien, an welchen jedoch die darin befindlichen Einschlüsse die Krystallstructur in der Regel unter dem Mikroskop erkennen lassen. Dem Nosean, sowie dem Hauyn kommt ein sehr charakteristischer Fettglanz zu, der ihn in diesen Gesteinen leicht erkennen lässt, sowohl auf seinen natürlichen Flächen, als auf muscheligen Bruchflächen. Die rhombendodekaëdrische Spaltbarkeit dieser beiden Minerale, obgleich makroskopisch meist sehr deutlich, ist in Dünnschliffen der Auswürflinge selten wahrnehmbar, wohl aber habe ich dieselbe am Nosean in Dünnschliffen des Riedener Gesteins mehrfach beobachtet.

Die Farbe ist eine verschiedene; sie ist sowohl in den körnigen als in den wohl ausgebildeten Nosean-Krystallen hell- bis dunkelgrau, bläulich oder braun, nach Wolf auch noch röthlich, fleischroth, grünlich und schwarz, beim Hauyn „blau, grünlichblau, hellgrün bis wasserhell“. Die Farbe ist nicht nur an verschiedenen Nosean-Krystallen eine mannigfaltige, sondern an demselben Krystalle treten mehrere Farbenzonen auf. Solche verschiedenfarbige Noseane kommen in den Auswürflingen nicht selten vor. Manchmal ist der Kern dunkel und der Rand hell, manchmal umgekehrt. Wolf erwähnt einen Krystall, eine Zwillingssäule, welcher unten eine fleischrothe Zone hatte, darauf folgte eine graue, dann eine grünliche, endlich eine wasserhelle. „Es kommt mitunter vor,“ bemerkt er<sup>1)</sup>, „dass in einem und demselben Stück der eingewachsene Nosean anders gefärbt ist, als der in Hohlräumen aufgewachsene. Auch dieser Umstand scheint auf geringe Unterschiede in der chemischen Mischung und auf eine verschiedene Bildungszeit hinzuweisen.“ Nach diesem Gedankengange ist es aber nicht „schwerer zu erklären,

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. D. G. G. XX, 1868, pag. 9.

wenn in seltenen Fällen Nosean von verschiedener Färbung nur eingewachsen nebeneinander liegt,“ denn können wir uns die Möglichkeit vorstellen, dass durch successive Bildungen verschieden gefärbte und zusammengesetzte Zonen sich an demselben Krystall finden, dass mit anderen Worten es Perioden gegeben hat, in denen der Nosean in seinem Fortwachsen still gestanden hat, oder dass mehr oder weniger bedeutende Veränderungen in der chemischen Mischung des ihn bildenden Stoffes eingetreten sind, so können wir uns auch den Fall leicht vorstellen, dass ein Krystall von einer besonderen Mischung neben einem früher gebildeten und anders constituirten sich bilden konnte. Bemerkenswerth ist, dass sich in allen Auswürflingen blaue und nicht blaue Krystalle gegenseitig auszuschliessen scheinen; wo ein blauer liegt, wird man in unmittelbarer Nähe keinen farblosen antreffen. Die blauen Krystalle und Körner der Hauynreihe treten fast ausschliesslich in stark angeschmolzenen und verschlackten oder mit einer Hülle von Laacher Trachyt versehenen Gesteinen auf, in solchen also, die von einer starken vulcanischen Hitze zu leiden hatten. Auch kommen nicht blaue Körner dieser Reihe in solchen verschlackten Bomben vor. In dergleichen Auswürflingen finden wir diese Minerale mit abgerundeten Kanten, ja sogar häufig von einem wahren geflossenen Aussehen. In dem Laacher Trachyt dagegen kommen mikroskopisch farblose kugelrunde Körner, und, jedoch wohl nie dicht nebeneinander, kleine offenbar zertrümmerte Fragmente vor, welche an den Rändern und längs Spaltrissen blaugefärbt sind. Nur in ganz winzigen Leistchen erscheinen sie selbst in Dünnschliffen durch und durch<sup>a</sup>blau. Eine unter dem Mikroskope farblose Beschaffenheit dieser Minerale ist jedoch für ihre makroskopische Farblosigkeit nicht immer massgebend, denn tief blaue Hauyne erscheinen oft im Dünnschliffe ganz farblos.

Resorptionerscheinungen, wie sie am Nosean einiger Phonolithe vorkommen und welche auf die Einwirkung eines Magmas auf schon gebildete Krystalle hindeuten würden, habe ich am Hauyn und Nosean der Auswürflinge nicht beobachtet.

Unter dem Mikroskope zeichnet sich der Nosean manchmal durch eine Trübung (wolkige Beschaffenheit) aus, die, wie man bei starker Vergrösserung erkennt, von zahlreichen winzigen Gasblasen herrührt. Diese sind entweder durch die ganze Masse regellos

vertheilt, oder sie erstrecken sich in nahezu geraden Linien durch dieselbe, oder sie erscheinen zonenweise den Flächen einer Form des regulären Systems parallel. Selten stellen sie den Umriss eines Oktaëders oder Würfels dar, gewöhnlich aber den des Rhombendodekaëders. Diese Zonen wechseln mit blasenfreien Zonen oder grenzen scharf gegen solche ab, welche weniger dicht aneinanderliegende Gasblasen enthalten. Am Krystallrande sind die Zonen weniger blasenreich, ja öfters ist die übrige Krystallmasse von einer ganz klaren und blasenfreien Zone umschlossen. An manchen Krystalldurchschnitten sieht man Reihen solcher Zonen, von denen einige fremde Einschlüsse enthalten. Die ebengenannten Randzonen sind fast ausnahmslos auch von anderen Einschlüssen ganz frei und klar, und hierin zeigen sich diese Vorkommnisse ganz verschieden von den in den Gesteinen von Rieden und von Olbrück vorkommenden Noseanen, welche fast durchgängig einen schmalen schwarzen Saum haben. Letztere sind von v. Rath<sup>1)</sup> und Zirkel<sup>2)</sup> beschrieben worden.

Ein solcher Zonenwechsel tritt deutlich in einem Schlitze hervor, in dem mehrere Streifen im Innern des Krystalls die Contour des Rhombendodekaëders zeigen, während der äussere Streifen noch eine abstumpfende Fläche aufweist und der Krystall in einer Richtung fortgewachsen ist (Tafel V, Fig. 1).

In Gesteinen, welche eine mit zerbrochenen Feldspathen gemischte glasige Grundmasse haben, kommt auch der farblose Nosean mit Spuren der charakteristischen, noch zu besprechenden Einschlüsse vor. Er hat hier seine Krystallform gänzlich eingeblüsst.

Ausser durch die Gasblasen und spärliche Flüssigkeitseinschlüsse wird der Nosean<sup>3)</sup> sehr häufig durch metallglänzende Einschlüsse charakterisirt, welche ein Netzwerk schwarzer Kryställchen darstellen. Theils sind diese lang, schmal, nadelförmig, mit gut ausgebildeten (wie nebenstehend Fig. 1) oder abgerundeten Enden (Fig. 2), theils sind es grössere, breite, vier- und sechsseitige Durchschnitte. Letztere hat man wohl für Eisenglanz gehalten, aber nach meinen Beobachtungen möchte ich die Richtigkeit dieser

Fig. 1.



Fig. 2.



<sup>1)</sup> Zeitschr. d. D. G. G. XII, pag. 29.

<sup>2)</sup> Die mikroskop. Beschaffenheit der Min. und Gest. 1873, pag. 156.

<sup>3)</sup> Die Zahl der von mir untersuchten blauen Hauyne ist zu gering, als dass ich diese Bemerkung auch für den Hauyn vorläufig verallgemeinern wollte, jedoch schienen letztere öfters ohne solche Einschlüsse.



Ansicht bezweifeln, und obgleich bestimmte Beweise nicht vorhanden sind, neige ich der Ansicht zu, dass sie alle Magnetite sind, theils Oktaëder, zum grössten Theile aber Rhombendodekaëder.

Die manchmal für Eisenglanz gehaltenen Täfelchen sind bedeutend breiter, als die stets als Magnetite gedeuteten Stäbchen. Die Stäbchen haben eine Breite von nur 0.0025 Millimeter, während die Täfelchen 0.03 Millimeter betragen. Es kommen Fälle vor, wo Stäbchen und Täfelchen dicht beisammen liegen, und alsdann die Stäbchen nicht länger werden, als die Täfelchen breit sind, so dass in solchen Fällen es den Anschein hat, dass die Stäbchen die Querschnitte der Täfelchen sind.

Unter den Täfelchen sah ich in meinen Schliffen auch vereinzelte vierseitige Durchschnitte. Dass bei weitem die meisten Schnitte dieser Einschlüsse sechsseitig sind, spricht keineswegs für Eisenglanz, denn eben so gut als auf eine Form des hexagonalen Systems lassen sich diese auf die des Rhombendodekaëders zurückführen, und in dieser letzten Form kommt der Nosean selbst überaus häufig vor; die sechsseitigen Einschlüsse hätten etwa die Form des Wirthes. Wenn Schnitte von Eisenglanztäfelchen vorlägen, würden wir doch erwarten, im Falle wir sie nicht alle als Zwillinge annehmen wollen, auch andere Endigungen wahrzunehmen, nämlich solche, die von der Basis und einer querliegenden Fläche zugespitzt wären. Solche Schnitte habe ich vergebens gesucht. Ein weiterer Umstand, der für diese Ansicht, dass Magnetit vorliege, spricht, und den ich betonen möchte, liegt in dem sonst gänzlichen Fehlen des Eisenglanzes in den Nosean-führenden Auswürflingen (sofern er nicht in Bruchstücken älterer gesteinsbildender Minerale, wie z. B. im Korund, in diesen Gesteinen sporadisch auftritt). Das Fehlen dieser sechsseitigen Täfelchen in den Nosean-führenden Gesteinen ausserhalb des Noseans ist auch von Zirkel<sup>1)</sup> bemerkt worden. Indessen kommen doch solche zuweilen in den Auswürflingen unter den Magnetitausscheidungen im Glimmer vor, sind aber auch hier nicht als Eisenglanz nachzuweisen.

Im Gegensatze zu dem Nosean der Auswürflinge ist der Nosean von Rieden und von Olbrück, wovon ich verschiedene Präparate untersucht habe, an diesen Einschlüssen ziemlich arm.

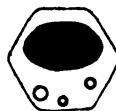
<sup>1)</sup> l. c. pag. 158.

Diese Interpositionen haben in den meisten Nosean-Auswürflingen eine Veränderung erlitten. Wir finden sowohl die nadelförmigen als die blätterigen Krystalle, manchmal ganz, manchmal nur zum Theil zu gelben, selten zu rothen Producten umgewandelt, welche keinen Metallglanz mehr besitzen. In diesen Einschlüssen liegen die gelben Partien entweder ganz auf einer Seite des Krystalls oder sie treten an verschiedenen Stellen in der schwarzen Masse desselben unregelmässig und vereinzelt auf, so dass ihr Auftreten wahrscheinlich nicht von der verschiedenen Dicke des Schliffes herrührt. Ein solches Kryställchen hat die Form des Oktaeders, Fig. 3, und in demselben sind zwei runde gelbe Stellen an gegenüberliegenden Seiten des Schnittes. Die ursprüngliche Contour dieser Krystalle ist manchmal scharf und unversehrt geblieben, häufiger aber sind ihre Kanten abgerundet, ja bisweilen finden wir ganz runde gelbe Pünktchen. In mehreren Schliffen von Gesteinen, die scheinbar einer intensiven Hitze ausgesetzt waren, sah ich solche Einschlüsse im Nosean, in denen die sechsseitige Contour des Einschlusses noch deutlich vorhanden war. Ein Theil — häufig bis über die Hälfte — seines ursprünglichen Raumes war von einem abgerundeten schwarzen Rest erfüllt, während in der anderen farblosen bis bläulichen Hälfte zwei oder mehr Gasblasen sich befanden (Fig. 4). Derartige Erscheinungen unter den Noseaneinschlüssen wurden von Zirkel<sup>1)</sup> beschrieben und sind keineswegs selten. Der von dem schwarzen Reste nicht eingenommene Theil ist klar, und begrenzt sich gegen die umliegende Noseanmasse mit einem sehr schmalen Saume, ist also höchst wahrscheinlich Glas. Andere Contouren sind noch vorhanden, in denen nur noch ganz winzige dunkle Pünktchen übrig geblieben sind, welche am inneren Saume ansitzen, auch noch andere mit einer dunkelgrünen Schmelze im Innern, wahrscheinlich Reste von anderen Einschlüssen. Die sechsseitigen Contouren fallen bis zu den kleinsten Dimensionen ab.

Fig. 3.



Fig. 4.



Wir finden also einerseits die gleichen, scharf krystallographisch begrenzten Partien erfüllt, erstens mit der schwarzen wohl als Magnetit zu deutenden Substanz, zweitens mit einer farblosen, vielleicht als Glas aufzufassenden Masse und drittens mit diesen beiden Substanzen

<sup>1)</sup> Die mikrosk. Beschaffenheit der Min. und Gest. 1873, pag. 159.

nebeneinander. Ob das vermuthliche Glas aus den frischen schwarzen Einschlüssen hervorgegangen, oder ob diese aus dem Glas entstanden, ist nicht nachzuweisen. Bemerkenswerth ist, dass die gelben und rothen Einschlüsse hauptsächlich in solchen Bomben vorkommen, die Spuren der Wirkung einer grossen Hitze zeigen. Die gelbe bis rothe Färbung dieser Einschlüsse verbreitet sich zuweilen über die Grenze der Einschlüsse hinaus, besonders dann, wenn secundäre Risse den Nosean durchsetzen.

Dass sowohl die grösseren als auch die kleineren Einschlüsse, die sechsseitigen sowohl als auch die vierseitigen dieselbe gelbe Zersetzung aufweisen, könnte noch auf ihre Zusammengehörigkeit deuten. Dass diese Einschlüsse sich secundär hier auf den Spaltflächen haben ansetzen können, ist aus ihrer gewöhnlich zonalen regelmässigen Anordnung unwahrscheinlich. Dass sie alle bei der Bildung des Noseans entstanden sind, scheint mir unzweifelhaft zu sein.

Die obenerwähnten nadelförmigen Einschlüsse liegen zwar zuweilen ordnungslos in einem Krystall zerstreut, häufiger aber sind sie parallel geordnet und erscheinen im Dünnschliff so, als ob sie sich unter  $90^\circ$ , beziehungsweise  $60^\circ$  schnitten, d. h. sie dürften parallel den oktaëdrischen Axen liegen.<sup>1)</sup> Sie erfüllen manchmal den ganzen Krystallraum bis nahe an seine Ränder, manchmal jedoch nur seinen Kern, oder sie treten in unregelmässig begrenzten Gruppen in verschiedenen Theilen eines und desselben Kornes oder auch parallel dessen Krystallflächen auf und sind mit den Gasblasen vergesellschaftet, oder sie wechseln in Zonen mit diesen ab. In diesen Auswürflingen scheint der Nosean selten noch in ziemlich frischem Zustande erhalten, häufiger trägt er deutliche Spuren einer Anschmelzung, indem eine Kette von dunkelgrünen, opaken, schaumigen Schmelzpartien ihn umsäumt. Wo die Hitze eine sehr intensive war, sind auch Theile des Noseans — selbst mitten in einem Krystalle — zu einem klaren grünen Glas geworden, ja es kommen Krystalldurchschnitte vor, deren Contouren noch frisch sind, während deren Mitte hohl und mit Schlacke bedeckt ist. Der Nosean ist zuweilen auch scheinbar ganz in Glas umgewandelt, und in solchen Fällen ist es oft schwer, seine Identität festzustellen. Zonale Anordnung der Gasblasen in hexagonalen Contouren ist hier ein sicherer Anhaltspunkt. In einem Schliffe hatte der Nosean ganz das Aussehen eines klaren grünlichen

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Physiographie, pag. 287.

Glases, in welchem kleine kurze, gebogene Risse in nahezu concentrisch-schaliger Form — Contractionsrisse, wie sie im Obsidian und anderen Gläsern vorkommen — in grosser Menge deutlich hervortraten. Durch diese glasige Noseanmasse lagen viele kleine klare, farblose Einschlüsse mit schmalen Rande, und in der Regel mit zwei Gasblasen, zerstreut.

Ein fast nie fehlendes Merkmal für die Gegenwart des Noseans in diesen Sanidiniten ist eine eigenthümliche bündelförmige Verwachsung des Feldspaths, welche unter Sanidin eingehend besprochen wird. Bei derselben Gelegenheit werde ich auch über das Alter des Noseans etwas mitzuthellen haben.

Wir haben also den Nosean in vielen Uebergangsstadien zwischen der ziemlich frischen Substanz und einem förmlichen Glas. Als erstere enthält er schwarze eisenreiche Einschlüsse in wohl begrenzten Krystallen, sowie auch noch Einschlüsse von Feldspath, Glimmer, Zirkon und Augit. Je nach dem Grade der Hitze, der er ausgesetzt war, ist er mehr oder weniger angeschmolzen. Seine Substanz wird durch die hierdurch erfolgte Zersetzung gelb oder grün gefärbt.

Optische Anomalien habe ich am Hauyn und Nosean der Auswürflinge nicht beobachtet.

### **Orthoklas, Sanidin.**

Gleich beim Benennen dieser Minerale tritt uns die Frage entgegen: Wie können wir überhaupt in den Laacher Auswürflingen zwischen Orthoklas schlechthin, also dem älteren Vorkommen des Kali-Feldspaths, und Sanidin unterscheiden, besonders in Fällen, in denen die eine oder die andere dieser Feldspatharten in Gesteinen vorkommt, deren ursprüngliche Natur durch zerstörende Einflüsse ganz verändert ist. Nach *Rosenbusch* „unterscheidet man die monoklinen Feldspathe je nach ihrem Auftreten, entweder in den älteren Massengesteinen und krystallinen Schieferen oder in den vulcanischen Gesteinen der Tertiär- und Jetztzeit als Orthoklas und Sanidin. Mit dieser verschiedenen geologischen Stellung sind bekanntlich gewisse Eigenthümlichkeiten im Habitus, sowie nach einigen Richtungen im physikalischen Verhalten verknüpft.“<sup>1)</sup> Unter solchen Eigenthümlichkeiten des Sanidins sind seine Farblosigkeit, sein starker Glasglanz, seine Rissigkeit parallel dem Orthopinakoïd und seine chemische,

<sup>1)</sup> *Rosenbusch*, Physiographie, pag. 503.

gewöhnlich einen höheren Natrongehalt aufweisende Zusammensetzung zu nennen. In der Regel sind die Winkel der optischen Axen bei dem Sanidin kleiner als bei dem Orthoklas und diese liegen zuweilen in der Symmetrieebene. Wenn wir nun in Betracht ziehen, dass unter den Laacher Auswürflingen viele altkrystallinische Gesteinsstücke vorkommen, so leuchtet ein, dass wir nicht berechtigt sind, einen Orthoklas Sanidin zu nennen, bloß aus dem Grunde, weil er in einem Auswürfling auftritt. Wir wissen ferner, dass diese Laacher Auswürflinge zum Theil eigener Art sind und, wie oben angedeutet, dass der Ursprung einiger derselben mit der Wahrscheinlichkeit, wie es bei den anderen der Fall ist, noch nicht aufgeklärt ist. Ferner ist es manchmal unmöglich, bei der mikroskopischen Untersuchung von Gesteinen, deren Mineralbestandtheile eine Veränderung erlitten haben, die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten zu erkennen, welche den Sanidin von dem älteren Orthoklas unterscheiden. Auch an den Handstücken sind solche Eigenthümlichkeiten nicht immer ohneweiters mit Sicherheit zu ermitteln. Bisher war es üblich, in den Sammlungen alle Auswürflinge, welche weder messbare Orthoklaskrystalle führten, noch durch chemische Analyse näher untersucht waren, als Rhyakolithgestein oder Sanidinit zu etikettiren, für deren Feldspathbestandtheile die helle Farbe, Durchsichtigkeit, Glasglanz oder rissige Beschaffenheit auf vulcanischen Ursprung schliessen liess. Auch findet man in der Literatur über diese Auswürflinge immer wiederkehrend die Bezeichnung „Sanidin“. Nirgends wird ein Unterschied gemacht zwischen Sanidin und einem älteren Orthoklas. Wenn Nosean oder Hauyn mit einem Feldspath zusammen vorkam, war der letztere, eo ipso, immer Sanidin. Auch Wolf spricht von „papierdünnen“ Sanidینگängen, welche Schiefer durchsetzen. Eine scharfe Trennung dieser beiden Feldspathmodificationen würde uns aber um so gerechtfertigter erscheinen, wenn wir die Möglichkeit voraussetzten, dass der Nosean mit einem Orthoklas vorkommen könnte, welcher dem Orthoklas der jüngeren vulcanischen Periode nicht entspräche. Um daher einem voreiligen Urtheile über die Natur und Entstehung dieser Feldspathe vorzubeugen, werde ich bei Beginn meiner Betrachtungen nicht an der Rosenbusch'schen Definition, sondern an der älteren Benennungsweise festhalten. Als Sanidin werde ich also vorläufig solche ungestreifte Feldspathe nennen, die sich durch ihre helle Farbe, Durchsichtigkeit und ihren Glasglanz auszeichnen. Die Untersuchung

wird hoffentlich ergeben, welche zu dem älteren Orthoklas und welche zu dem jüngeren zu stellen seien.

Der Sanidin kommt sowohl in Tafeln, nach  $\infty P \infty$  (010), als in rechteckigen Prismen nach  $OP$  (001) und  $\infty P \infty$  (010) in der Regel idiomorph vor. Die Krystalle erreichen hier fast nie die Grösse des Drachenfelder Sanidins; sie sind durchschnittlich vielleicht 0.8 Centimeter lang und 0.3 Centimeter dick, sinken aber zu den kleinsten Dimensionen herab, und bilden demgemäss grob- bis feinkörnige Gesteinsmassen. Der Sanidin ist in den Laacher Auswürflingen ungemein verbreitet, und kommt recht häufig als einfacher tafelförmiger Krystall vor. Wohl ausgebildete Karlsbader Zwillinge habe ich einige Male gesehen, und in einem Schlicke sah ich einen solchen, woran die Verwachsungsebene die Fläche  $\infty P \infty$  (100) war. Zuweilen sieht man auch solche, woran die beiden Individuen ungleich gross sind, bis in dem Verhältnis 5:1. Der Sanidin ist wasserklar durchsichtig, farblos bis gelblich oder rötlich und hat einen starken Glasglanz. Auf den Spaltungsflächen, die in den Auswürflingen meistens zum Vorschein kommen, ist der Glanz beim Sanidin wie bei manchen anderen Feldspathen ein Perlmutterglanz. Die gelbe bis rothe Farbe rührt wohl meistens von zersetztem Magneteisen, Glimmer und anderen Mineralen her, deren Reste noch vielfach in seiner Nähe vorhanden sind. Unter dem Mikroskop ist der Sanidin der Laacher Auswürflinge im gewöhnlichen Lichte farblos, zwischen gekreuzten Nicols in dünnen Schlicken hat er eine helle bis dunkelgraue Farbe und löscht häufig undulös aus. Im Schlicke zeigt er oft keine Spaltbarkeit, jedoch in Schnitten, welche der Basis nahezu parallel sind, sieht man sehr deutlich die Spaltbarkeit parallel der Symmetrieebene und die dazu rechtwinkligen Absonderungsrisse. Manche Umrisse ursprünglich grösserer Sanidinkrystalle erscheinen unter gekreuzten Nicols in zahllose kleine Körnchen mit undeutlich verlaufenden Grenzen getheilt zu sein, welche in- und übereinander greifen und ein gesetzloses Durcheinander geben, obgleich dieselbe Menge im gewöhnlichen Lichte ein einheitliches Ganze zu bilden scheint. Porphyrtartige Partien sind selten.

Ein Dünnschliff eines Einschlusses aus der Mayener Lava zeigt diese porphyrtartige Structur sehr deutlich. Die Hauptgrundmasse des Gesteines ist mittel- bis grobkörnig, und mitten darin, von winzigen Magneteisen-Octaëderchen umgeben, sind kleine Partien, worin zwei

oder mehr grössere ältere Sanidin- und Plagioklasleisten liegen, in einer Masse von mit Schlacke gemischten winzigen Orthoklas- und Plagioklasleistchen. Die diese Partien umgebenden Sanidine und Plagioklase sind vielfach radialstrahlig und bündelförmig angeordnet, was man sogar auch mit der Loupe wahrnehmen kann. Durchschnittlich sind die kleinen Krystalle circa 0·015 Millimeter lang und 0·003 breit und machen mit Magnetiten und wenig Schlacke die ganze Grundmasse aus, nicht etwa wie Grundmasse eines Trachyts, sondern als einheitliche Feldspathmasse. Diese Structur ist der ganzen Masse eigen und dabei bemerkt man Feldspathkrystalle darunter, welche zum Theil sehr gekörnelt sind, als wenn sie einer intensiven Hitze ausgesetzt gewesen wären, was übrigens auch bei Quarzeinschlüssen in der Lava der Fall ist. Dass diese Körnelung der Hitze zuzuschreiben sei, dürfte wohl schon von Doelter und Hussak erwiesen sein. Eine solche sieht man übrigens auch am Orthoklas der altkrystallinen Auswürflinge. Von der Hitze oder anderen auflösenden Agentien ist der Sanidin in verschiedenem Grade angegriffen und verändert worden. Ausser den eben erwähnten gekörneltten Krystallen finden wir kleine Spaltungsstücke, welche zum Theil angeschmolzen sind, und in einigen Auswürflingen sind die Sanidine nicht nur an den Rändern angefressen, sondern auch vielfach durchlöchert (Taf. VI, Fig. 5). Diese Auswürflinge haben eine mehr oder weniger reiche Grundmasse, welche zuweilen aus klarem Glas besteht. Weniger häufig enthält diese Glasmasse viele neue Feldspat hausscheidungen. Die Wirkung der Hitze scheint sich jedoch durchschnittlich auf eine Abrundung der Krystallkanten und -Ecken beschränkt zu haben, wobei Spuren von Schlacke an den Krystallen zurückgeblieben sind. In einigen Schliffen bemerkt man Feldspathe, welche zwischen gekreuzten Nicols als aus abwechselnd weisslichen und hellbläulichen Partien bestehend erkannt werden. Entweder ist die Mitte des Krystalls bläulich und die Randzone weisslich, oder diese Färbungen erscheinen streifenartig und fingerförmig, wie eine Faserung mit unregelmässig verlaufenden Umrissen, nahezu senkrecht zur Symmetrieebene des Krystalles. Diese „Faserung“ des Orthoklases wurde im sächsischen Granulit schon von Dathe<sup>1)</sup> beobachtet und später im Gneiss des niederösterreichischen Waldviertels (Saubachthal) von Becke<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Zeitschrift d. D. g. G. 1878, XXIX, pag. 290.

<sup>2)</sup> Diese Mitth. 1881, IV, pag. 197.

beschrieben. Die Schlüsse aus Becke's Beobachtungen sind: 1. Die Hauptmasse kann Orthoklas oder Mikroklin sein. 2. Die Lamellen, welche das faserige Aussehen bedingen, gehören einem Plagioklas aus der Gruppe Albit oder Oligoklasalbit an. Diesen „faserigen Orthoklas“ nennt Becke Mikroperthit. Sein Vorhandensein im Dünnschliff verräth sich schon dem blossen Auge, wie Becke bemerkt, durch einen orientirten Schiller. In Begleitung dieser Erscheinung habe ich öfters die undulöse Auslöschung bemerkt, hauptsächlich an den Krystallrändern; diese weisen auch in vereinzelt Fällen eine plagioklasartige Streifung auf.

In einem dem Laacher Trachyt nahestehenden Gesteine sieht man am Sanidin die eben beschriebenen Erscheinungen. Dieses Gestein besteht zum grössten Theile aus dicht aneinander liegenden Sanidinkrystallen (Taf. VI, Fig. 5 und 6) und enthält auch zuweilen Partien einer dunkelgrauen, wie Lava aussehenden Substanz. Gewisse Bestandtheile, wie Augit, Titanit und Magneteisen, sind alle in der Regel nur wenig angegriffen; der Sanidin dagegen ist angeschmolzen, abgerundet, durchlöchert, zerborsten, zerstückelt, je nachdem er unter einer corrodirenden Wirkung oder durch Druck zu leiden hatte. Die Schlussfolgerung ist vielleicht nicht ungerechtfertigt, dass hier ein ursprünglicher sogenannter Sanidinit vorliegt, in dessen Hohlräume ein Magma oder heisse Dämpfe eingedrungen sind. Dieselben haben auf den Sanidin auflösend eingewirkt; die genannten anderen Minerale gehörten nicht zum ursprünglichen Sanidinit und erscheinen deshalb frisch. Die Abweichungen von dem gewöhnlichen Aussehen des Sanidins in den sogenannten Sanidiniten macht nur eine solche Annahme möglich. Die Identität solcher Gesteine mit dem Laacher Trachyt, als Uebergangsstufen zwischen dem sogenannten Sanidinit und einem echten Basalt, hat Wolf schon wahrscheinlich gemacht.

In diesem Gesteine nun und in dem normalen Laacher Trachyt, welcher nicht nur allein für sich, sondern auch als eine dunkelgraue oder schwarze, die sogenannten Sanidinite umgebende und von denselben meist leicht trennbare Hülle vorkommt, finden wir den Sanidin in grösseren Krystallen, welche mit neuen haarförmigen Sanidinen gefranzt sind. An den schmalen Enden ersterer sind diese Neubildungen der Verticalaxe der älteren Krystalle parallel, an den Seiten sind sie aufeinander schuppenartig aufgeschichtet oder radial gestellt, einen halben Kreis bildend. In



der glasigen Grundmasse, worin viele zerbrochene und abgerundete Sanidinkrystalle liegen, hat sich auch noch neuer Feldspath ausgeschieden, in winzigen Mikrolithen, manchmal einzeln, jedoch häufig in bündelförmigen Gruppen, ja er bildet sogar kreisförmige Aggregate, Sphärolithe, welche zwischen gekreuzten Nicols das dunkle Kreuz sehr deutlich zeigen.

Solche sphärolithische Gebilde, neben grossen Sanidinkrystallen, wie die oben erwähnten, hat E. Kalkowsky am Piperno beobachtet und beschrieben.

Wir sehen an diesem Beispiele die Fähigkeit des Sanidins sich anderen Sanidinkrystallen um ein wenig gegen deren Vertical-axe geneigt anzureihen. Später werden wir auch noch sehen, dass unter besonderen Umständen diese Fähigkeit zu einer Neigung, ja aus der Häufigkeit dieses Vorkommens dürften wir wohl sagen, fast zu einer Nothwendigkeit wird. Ob hierin oder in den oben beschriebenen abwechselnden bläulichweisslichen Streifungen die Erklärung seiner undulösen wellenförmigen Auslöschung zu suchen oder ob diese, wie vielerseits angenommen wird, lediglich einem Drucke zuzuschreiben sei, lasse ich dahin gestellt. Zum Studium dieser Erscheinung bieten die Laacher Auswürflinge ein sehr gutes Material.

Der Sanidin, wie wir gesehen haben, kommt in abgerundeten, angeschmolzenen oder in zum Theile körnigen oder zertrümmerten Säulen und Bruchstücken, in der Regel mit mehreren anderen Mineralen vergesellschaftet, vor. In Begleitung des Noseans aber, in dem gewöhnlichen Nosean-Sanidingestein, legt er ausser diesem alten zerstörten Vorkommen eine andere Anordnung an den Tag, eine Anordnung, welche uns einigermaßen an die Sphärolithe erinnert. Kleinere, schmalere, frische Säulchen, welche eine Länge bis zu etwa 0.75 Millimeter erreichen, liegen durch die Gesteinsmasse zerstreut, selten in anscheinend regelloser Anordnung (Taf. V, Fig. 4), in der Regel aber in bündelförmigen Aggregaten, welche von der Mitte aus in zwei Hauptrichtungen sich erstrecken und verbreitern (Taf. V, Fig. 3). Diese Bündel umfassen manchmal nur drei Glieder, gewöhnlich aber mehr, ja sie bilden zuweilen fast einen Kreis von radialstrahlig gestellten Krystallen. Ein solcher Fall ist sehr schön in Taf. VI, Fig. 1 zu sehen. Jedes Glied eines solchen Aggregats ist um wenige Grade gegen die ihm zu beiden Seiten liegenden Glieder geneigt, und bei Drehung auf dem Mikroskoptische bei

gekreuzten Nicols geht der dunkle Balken des Axenbildes von dem einen zu dem anderen, in ähnlicher undulöser Weise, wie dies sonst bei einzelnen Krystallen, wie schon erwähnt, der Fall ist. Die Kreisform dieser Gruppe ist auf einer Seite von einer Noseanmasse unterbrochen, die viele Orthoklaseinschlüsse enthält. In der Regel sind die Individuen dieser Sanidinaggregate ungleich lang und haben das Aussehen eines vollständig einheitlichen Krystalls, das heisst, sie sind nicht durch Zerfall oder durch moleculare Umwandlung aus einem älteren grösseren Individuum hervorgegangen. Nur gemeinsam sind sie, so zu sagen, gewurzelt (Taf. V, Fig. 6). Zwischen ihnen, gegen ihr Ende zu, liegen häufig Hohlräume oder in einigen Fällen heterogene Krystallmassen, wie Nosean oder seltener andere Minerale, häufig eine schmutzig dunkelgrüne Schmelze. In einigen Fällen dagegen sieht ein solches Aggregat aus, als wenn es aus Umwandlung, molecularer Umgestaltung eines einzigen alten Feldspathkornes, ohne aufgelöst gewesen zu sein, hervorgegangen wäre. Ein solches Bild gewähren mehrere meiner Schliffe. Die Zwischenmasse zwischen den einzelnen bei gekreuzten Nicols deutlich abgegrenzten Säulchen besteht aus kleinen Partien eines etwas weniger bläulichen Orthoklases von anderer Auslöschung oder vielleicht anderer Zusammensetzung oder aus Plagioklas und erinnert an die Erscheinung, welche wir schon an von der Hitze veränderten Krystallen beobachtet haben.<sup>1)</sup>

In manchen Fällen reihen sich diese kleineren Sanidine, welche so frisch aussehen, an grössere zerfressene, theilweise zertrümmerte Sanidinkrystalle an und wachsen entweder um kleine Abstände von einander getrennt, in vereinzelt büschelförmigen Gruppen aus deren Seite hervor oder sie bedecken schuppenartig die ganze Seite und wachsen in Curven in demselben Sinne fort. Diese Erscheinung kommt an beiden Seiten eines grösseren Krystalles vor, welcher in der Mitte zum Theile zersprengt und durch Einschmelzung vielfach durchlöchert ist (Taf. VI, Fig. 5). Ein besonders lehrreiches Beispiel dieser Art bietet ein Dünnschliff, in dem viele kleine Sanidinsäulchen, theils radialstrahlig gestellt, an und um einen grösseren Krystall gelagert sind. An beiden Seiten liegt Nosean, in dem man noch Ueberreste von Feldspath erblickt (Taf. VI, Fig. 2).

<sup>1)</sup> pag. 372.

Was wir vorher im kleinen Masse bei denjenigen Gesteinen sahen, welche eine glasige Grundmasse späterer Entstehung führen, sehen wir hier im grossen und wahrlich imponirenden Massstabe. Und gerade hier begegnet uns die Frage: Warum hat sich der Sanidin ursprünglich in den gewöhnlichen sogenannten Sanidiniten als gerader, regelrechter Krystall ordnungslos ausgeschieden, während er sich in den aus einer Schmelze hervorgegangenen secundären Krystallen, sowie häufig in Begleitung des Noseans in bündelförmigen, radialstrahligen Gruppen und Aggregaten angeordnet hat? Die Aehnlichkeit der Gebilde, welche uns in den beiden oben angeführten Gesteinsarten begegnen, nämlich in der Nosean-führenden und in der zuerst besprochenen Sanidintrümmer- und Glas-führenden, welche offenbar einer mechanischen und chemischen Auflösung unterworfen war, spricht wohl für eine ähnliche Bildungsart dieser beiden bündelförmig gruppirtten Feldspathe. Wir sind zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass sie in beiden Fällen secundär sind und jünger als die grösseren Krystalle und Krystallreste, an welchen und um welche sie liegen.

Der erste Schritt, welcher uns bei der Untersuchung obliegt, wäre wohl der, unsere Ansicht in Betreff des verschiedenen Alters der beiden Arten von Sanidin zu bekräftigen, sowie das Alter des Noseans in Bezug auf diese Minerale zu bestimmen. Welche Beziehung hat eigentlich der Nosean zu den Feldspathen?

Die secundären Sanidine in den Nosean-führenden Auswürflingen erscheinen nur ausnahmsweise als einzelne Krystalle oder paarweise, also ohne eine ausgeprägte radialstrahlige Verwachsung. Letztere darf wohl aber wegen ihrer Häufigkeit gerade als Charakteristikon für den neuen Sanidin betrachtet werden, der von vielem Nosean begleitet wird. In manchen Fällen, wenn die einzelnen neuen Sanidine in der Nähe der bündelförmig gruppirtten liegen, ist ihre Identität mit den letzteren eine unanfechtbare. In anderen Fällen ist jedoch ihre Bestimmung als secundäre keine sichere. Wenn diese Gesteine nach Vollendung der secundären Bildung wieder zerstörenden Einflüssen unterworfen gewesen sind, so kann der Unterschied zwischen alt und neu durch diese späteren Einflüsse fast ganz verwischt sein. Im allgemeinen aber, wo beide zusammen vorkommen, hat der secundäre Sanidin ein viel frischeres Aussehen und ist von Einschlüssen fast durchgängig frei. Derjenige Sanidin, den ich für

primären halte, führt dagegen im allgemeinen viele Gasblasen gewöhnlich von sehr unregelmässiger Contour und unregelmässiger Anordnung in den Krystallschnitten. Sie sind gebogen, gekrümmt, in die Länge gezogen, lang und schmal oder endlich auch rundlich. Den Unterschied in dieser Hinsicht zwischen alt und neu sieht man am deutlichsten in Gruppen wie die, wovon Taf. VI, Fig. 2 eine Abbildung ist. Der grössere Centralkrystall ist voll von diesen Gaseinschlüssen, welche auch in kleinerer Menge in einigen der anliegenden Säulchen auftreten, jedoch nur denjenigen, welche nach der Mitte der Gruppe zu liegen. Auch sind diese alten Feldspathkrystalle nicht ohne Glaseinschlüsse, welche übrigens in gleich unregelmässigen Formen neben den anderen oft erblickt werden. Dies ist besonders der Fall in dem in Taf. VI, Fig. 1 abgebildeten grossen Krystalle.

Was die gegenseitige Begrenzung des Noseans und des Sanidins betrifft, so bemerkt man Folgendes. Der Nosean weist häufig, wie schon gesagt, einen zonalen Bau auf. In einigen Fällen hat er einen sehr regelmässigen sechsseitigen Umriss und liegt mitten in den radialstrahligen bündelförmigen Sanidingruppen. Hier zeigt er nie Einschlüsse von Orthoklas und ist wohl älter als der bündelförmige Sanidin oder als gleichen Alters mit diesem zu betrachten. In den meisten Fällen aber, ob mit oder ohne Zonalbau, hat der Nosean einen sehr unregelmässigen Umriss und füllt Räume von den verschiedensten Formen zwischen Sanidinkrystallen aus. Diese ragen mit gezackten oder zum Theil abgerundeten, abgeschmolzenen Enden in die Noseanmasse hinein, oder letztere liegt in Einbuchtungen in den Seiten ersterer. Auch wenn hier der zonale Bau im Nosean auftritt, so ist er doch gewöhnlich unvollkommen, zur Hälfte ausgebildet (Taf. V, Fig. 1 und 2). Solche unregelmässige Begrenzung zeigt der Nosean in Begleitung von radialstrahligem, sowie nicht radialstrahligem Sanidin. In einigen Fällen treten unregelmässige längliche Partien Nosean auf, um welche rings herum bis zu einer gewissen Grenze der Sanidin bündelförmig gruppirt erscheint. Noch ein Umstand verdient erwähnt zu werden. In manchen ziemlich frisch gebliebenen Noseangesteinen, in denen dieses Mineral sehr reichlich auftritt, ist wenig oder gar kein alter Sanidin mehr mit Sicherheit zu constatiren, während der neue Sanidin sehr schön ausgebildet ist. Solchen Gesteinen sind die Abbildungen in Taf. V, Fig. 3 und 6 entnommen.

Um den chemischen Charakter dieses bündelförmigen Sanidins zu ermitteln, habe ich denselben mittelst der Thoulet'schen Lösung von den übrigen Gemengtheilen in dem letztgenannten Gestein (Taf. V, Fig. 6) getrennt und analysirt. In diesem Gestein tritt die mikropertthitische Verwachsung des Sanidins nur untergeordnet auf. Das Ergebnis der Analyse war:

$SiO_2$ . . . . .	65.365
$Al_2 O_3$ . . . . .	21.190
$Fe_2 O_3$ . . . . .	0.446
$Ca O$ . . . . .	0.563
$Mg O$ . . . . .	Spur
$Na_2 O$ . . . . .	6.766
$K_2 O$ . . . . .	5.724
	<hr/> 100.054

Das spezifische Gewicht dieses Sanidins ist 2.556. Die Auslöschungsschiefe mehrerer Spaltblättchen nach der Basis beträgt weniger als 45'. Nach diesen Ergebnissen ist dieser bündelförmige Feldspath wohl ein echter Sanidin.

Zwischen den Sanidinkrystallen und Krystallgruppen liegen zerstreut zahlreiche Noseankrystalle und accessorisch Zirkon, Titanit, Augit, Glimmer, Magnetit und seltenere Minerale. Den Nosean habe ich nur einmal in einem Sanidin, welchen ich nicht mit Bestimmtheit als secundär zu erkennen vermochte, eingewachsen angetroffen. Doch bleibt es hier nicht ausgeschlossen, dass er wirklich secundär war. Im Gegentheil kommt der Nosean, wie schon bemerkt, öfters in dem zweifelsohne neuen Sanidin vor. Die zweigähnlichen Gebilde des letzteren umgeben zum Theil einzelne Noseankörner und wachsen um dieselben fort. In den radialstrahligen Sanidingruppen habe ich nirgends constatiren können, dass diese Gruppierung etwa ein fremdes Mineral als Structurcentrum hat. Die Anzeichen sprechen stets gegen eine solche Hypothese. Auch wenn in einigen Fällen secundäre Sanidine sich um ältere oder an ältere anlagern, so geschieht dies nicht mit derselben Häufigkeit und Regelmässigkeit, auch nicht in ähnlicher Weise, wie bei den in Gneissen vorkommenden sphärolithischen Gebilden. Erstere sind mit der sie umgebenden Gesteinsmasse innig verwachsen. Sie lassen sich als Kugeln durchaus nicht auslösen. Wenn die radialstrahlige Lagerung des mit dem Nosean vorkommenden Sanidins öfters auch makroskopisch sichtbar ist, so ist doch keine kugelige Abgrenzung dabei bemerkbar.

Wo der Nosean mit mehreren Zonen auftritt und ein unterbrochenes und zu verschiedenen Zeiten fortgesetztes Wachsen vermuthen lässt, zeigt er zuweilen in den Theilen, welche zwischen den von mir schon als äussere Zonen bezeichneten liegen, nicht nur seine charakteristischen Magneteiseneinschlüsse, sondern, wie schon erwähnt, auch Bruchstücke von Feldspath, und zwar häufig von einem Feldspath, welcher sich als Sanidin erkennen lässt. In einem Drittel der von mir untersuchten Schiffe kommen solche Reste vor. Dieselben sind klein und sehen aus, als wenn sie sich in dem Stadium einer Einschmelzung befänden. Sie nehmen von der Mitte aus nach den Rändern zu allmählig an Dicke ab, haben keine scharfe Contour und verlieren sich bei gekreuzten Nicols allmählig in die dunkle Masse des Noseans. Manchmal vermag man deutlich die ursprüngliche Form eines geraden oder wenig gebogenen schmalen Feldspath-, das heisst Sanidinsäulchens noch zu erkennen, wovon getrennte Ueberreste von oben beschriebener Beschaffenheit mit Noseansubstanz abwechseln. Bemerkenswerth ist, dass zuweilen ein grosser Theil solcher Reste von Einschlüssen in einem Noseankrystall auf einen gemeinsamen Mittelpunkt hinweisen, welcher nahe an einer angrenzenden Sanidin-Gruppe zu suchen ist. Nach diesen Beobachtungen scheint der Sanidin ersterer Generation in den meisten vorliegenden Fällen älter zu sein als der Nosean, dieser seinerseits theils älter, theils jünger als der secundäre Sanidin.

Es sind schon Sodalith führende Gesteine untersucht und beschrieben worden, welche uns merkwürdiger Weise ein ähnliches Bild gewähren, wie wir es an den Laacher Nosean-Sanidiniten wahrnehmen. In seinem Aufsatz über den Piperno, der auch bündelförmige Aggregation des Sanidins, wenn auch in kleinerem Massstabe aufweist, sagt E. Kalkowsky: „Dagegen ist wohl zu beachten, dass der Sodalith stets als Ausfüllung von Räumen auftritt, welche von Feldspathen frei gelassen werden; auf diese Weise ist also der Sodalith auch hier im Piperno, hier wo er in der innersten Masse des Gesteins vorkommt, ein Drusenmineral.“<sup>1)</sup> Ferner sagt der betreffende Forscher (auf pag. 671) in Bezug auf den compacten Trachyt vom Monte di Cuma, in dem der Sodalith nur auf Klüften sitzt: „Nach diesem Befunde darf man wohl

<sup>1)</sup> Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1878, XXX, pag. 670.

annehmen, dass die Sodalithe erst entstanden sind durch die Einwirkung des frei werdenden Chlornatriums auf die sich bereits im festen Aggregationszustande befindenden Gemengtheile des Trachyts.“ Ueber die Bildung von Sodalith äussert sich G. vom Rath, einer der ersten, welche die Bildung von Mineralen durch Sublimation erkannten, in folgender Weise: „Scacchi ist der Ansicht, dass die Sodalithe, welche in Drusen und Spalten der vesuvischen und der phlegräischen Trachyte sich finden, durch Sublimation (col concorso di materie gassose) sich gebildet haben, und ich stimme seiner Ansicht vollkommen bei, indem ich in Bezug auf die im Trachyt eingewachsenen Sodalithe die Bemerkung hinzufüge, dass dieses Vorkommen die Mitwirkung von Dämpfen (Chlorwasserstoffsäure und Chloriden) in keiner Weise ausschliesst.“<sup>1)</sup> Diese Ansichten über die Bildung des Sodaliths würden für den Laacher Nosean vortrefflich passen, wenn wir uns statt der Chlorwasserstoffsäure Schwefelsäure<sup>2)</sup> wirkend denken. Auch Wolf, nachdem er in wässerigen Lösungen die Ursache der Neubildungen der Laacher Minerale erblickt und diese Ansicht eingehend behandelt hatte, fügte fast am Schluss seiner Arbeit hinzu: „Ja ich glaube auch, dass eine vereinigte Wasser- und Sublimationsbildung nicht unmöglich ist und gerade in unseren Gängen vulcanische Dämpfe direct oder indirect (durch Imprägnation der Gewässer) bei der Mineralbildung mit im Spiele waren.“

Der gewöhnliche Nosean-führende Auswürfling ist grobkörnig, mehr oder weniger dicht, weisslich bis grau, je nach der Menge und Farbe des Noseans, welcher zuweilen auch noch sehr dunkel, ja fast schwarz in grösseren Partien auftritt. Zwischen den Noseankörnern liegt eine farblose bis weisse Masse, welche hauptsächlich aus Sanidin besteht, mit Magnetiten und kleinen Mengen und Resten anderer Minerale hie und da eingesprengt, oder neben Nosean als schön ausgebildete Krystalle in Drusen aufragend.

Die Frage nun, ob dieses Gestein aus einem Magma erstarrte, ob es durch gänzliche Auflösung eines Hauyn- oder Nosean-führenden Gesteins, oder endlich durch Einwirkung irgend welcher vulcanischer Kräfte auf in der Tiefe schon anstehende noseanfreie Gesteinsmassen

<sup>1)</sup> Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1866, XVIII, pag. 624.

<sup>2)</sup> Nach Wolf enthalten die Laven von Mendig und Mayen Schwefelsäure.

und theilweise Umänderung derselben seine jetzige Beschaffenheit erhalten habe, lasse ich vorläufig dahingestellt, indem ich hoffe, bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückzukommen.

Indessen müssen wir annehmen, dass zur Zeit der vulcanischen Explosion, welche die Auswürflinge auf die Erdoberfläche herausschleuderte, ein kieselsäurereiches, quarz- und noseanfreies Gestein jüngeren Alters schon in der Tiefe unter den krystallinen Schiefen vorhanden war. Dies beweist ein Stück, wie sie am Laacher See selten so schön vorkommen (Taf. VII, Fig. 1), welches ich hier, obgleich ich auf diese Frage weiter einzugehen verzichten muss, hauptsächlich deshalb anführe, weil dasselbe zur Bekräftigung der Ansicht dienen könnte, dass der sogenannte Sanidinit aus einem gluthflüssigen Magma erstarrte. Wolf hat ein ähnliches Vorkommen ausführlich beschrieben. Der dunkle Theil dieses Stückes besteht aus einem sehr dichten Glimmerschiefer, der wohl als Knotenschiefer bezeichnet werden kann. Eine weisse Gesteinsmasse hat sich keilförmig zwischen Partien des Schiefers eingedrängt, dieselben auseinandergeschoben und das Ende der kleineren Schiefermasse abgebrochen. Diese weisse Masse besteht hauptsächlich aus Sanidin und Skapolith, zu denen sich viele Krystalle und Bruchstücke von Titanit, Azor-Pyrrhit-Oktaëderchen, einige Magnetite und spärliche Glimmerreste gesellen. Nosean ist nicht vorhanden. Der Sanidin hat zum Theil ein zerstörtes Aussehen und tritt mehrfach im Skapolith als abgerundeter Rest auf. Er enthält Schlacke und Gasblasen in kleiner Menge. Der Azor-Pyrrhit sitzt auf Titanitkörnern oder liegt in deren Nähe. Es ist keine bündelförmige Anordnung dieser Gemengtheile vorhanden. In dem schieferigen Theile bemerkt man keine Schmelzerscheinungen, ausser dass er an der Grenze gegen die weisse Masse der Glimmer winzige Magneteisenoktaëder führt und selbst vielfach abgerundet ist. Makroskopisch erscheint diese Grenze scharf, aber mikroskopisch geht die eine Gesteinsart in die andere über, ohne andere Andeutungen von einer plötzlichen und gewaltigen Hitzeeinwirkung zu zeigen, wie man sie beim Eindringen eines gluthflüssigen Magmas vielleicht erwarten könnte.

Bei einer Durchsichtung der Reiter'schen Sammlung zu Neuwied fand ich einen Auswürfling, der fast denselben Charakter hat, wie der eben beschriebene, nur dass er weitgehendere Veränderungen in dem ihm zu Grunde liegenden Schiefergestein zeigt. Die



Abgrenzung der schieferigen Theile gegen die nichtschieferigen Sanidinführenden, obwohl noch sehr deutlich, ist doch nicht so scharf, ihre Lagerung ist noch unregelmässiger als im ersten Stücke, und Nosean in kleinen Schichten und winzigen Partien tritt mehrfach mitten in der Schiefermasse auf. Ausser einigen Augitresten und vereinzelt Körnern von Titanit besteht der Schiefer aus Glimmer und Orthoklas. Letzterer tritt in unregelmässigen Körnern auf, welche vielfach von angeschmolzenen Resten von Glimmer umgeben sind. Auch sind Azor-Pyrrhit-Oktaëderchen vorhanden, nicht nur in den nichtschieferigen Theilen, sondern auch mitten im schieferigen in der Nähe von Nosean. Glimmer und Augit kommen mit einander verwachsen vor.

Die Umrisse des ersteren zeigen abgerundete Ecken, sonst ist er ziemlich verschont geblieben, während der Augit bis auf kleine Reste eingeschmolzen und vielfach von Schlacke begleitet ist. Bemerkenswerth ist, dass selbst in den glimmerfreien, also Sanidinführenden jüngeren Theilen dieses Gesteins, der Sanidin keine bündelförmige Verwachsung aufweist und der Nosean ausser Gasblasen nur vereinzelte Einschlüsse führt. Dass hier ein ursprünglicher Schiefer vorhanden, unterliegt keinem Zweifel. Solche unversehrte Schieferstücke kommen nicht selten unter den Auswürflingen vor und sind mit den beschriebenen vollkommen identisch. Durch mechanische Zertrümmerung oder vielleicht wegen einer minder dichten Beschaffenheit des Schiefers ist die Bildung der anderen Gesteinsart in und zwischen den Schiefer-Partien erleichtert worden. Ein drittes Beispiel (Taf. VII, Fig. 2) zeigt eine noch vorgeschrittenere Zerstörung der Schiefermasse und Ersetzung derselben durch eine jüngere Bildung. Die petrographische Zusammensetzung der beiden Gesteinsarten ist dieselbe als in dem soeben beschriebenen Auswürflinge. Schiefer und Sanidinit sind ungefähr im Gleichgewicht. Die Schieferstücke sind theils gespitzt, gezackt und gestreift, theils liegen sie in kleinen noch erkennbaren Partien mitten im Sanidinit, und erhalten unter sich noch eine ziemlich parallele Lagerung. Durch den unteren Theil des Stückes setzen mehrere Gänge hindurch, welche Verwerfungen erkenntlich machen und welche mit einer dem übrigen jüngeren Gesteine ähnlich aussehenden Substanz erfüllt sind. In diesem Stücke und in anderen ihm ähnlichen keilen sich die hellen Massen allmählig aus, die Schieferpartien treten näher zusammen und zeigen ihre wahre ursprüngliche Natur aufs deutlichste. Auch hier ist keine

bündelförmige Verwachsung des Sanidins zu erkennen und der Nosean führt nur Gasblasen.

Als viertes Beispiel führe ich ein schwarzes Gestein an, an dem man hie und da glänzende Glimmerblättchen bis zu zwei Millimeter Grösse sieht, und grössere Partien von Titanit, die von einer schmalen undeutlichen hellen Masse umrandet sind. Die Glimmerblättchen sind nicht parallel angeordnet, und eine schieferige Structur kann man dem Gestein nicht zuerkennen. Die Untersuchung im Dünnschliffe ergab, dass das Gestein aus Augit, Glimmer und Titanit, und zwar in fast gleicher Menge, bestand, nebst einer farblosen blasigen Masse, welche ich Anfangs für Glas hielt und die ziemlich gleichmässig durch das ganze Gestein vertheilt ist. Die Gasblasen in dieser Masse sind aber in einigen Partien des Schliffes mit länglichen schwarzen und gelben Stäbchen ganz vereinzelt vergesellschaftet, und die Vermuthung, dass hier Nosean vorläge, wurde zur Gewissheit, nachdem eine kleine Portion des Gesteins mit Salzsäure und Chlorbaryum behandelt, die Reaction auf Schwefelsäure sehr deutlich ergab. Eine sorgfältige Durchsuchung des Schliffes stellte darnach fest, dass in dieser Noseanmasse vereinzelte winzige Ueberreste von Orthoklas noch vorhanden waren. Der Titanit ist sehr zahlreich und tritt nur in kleinen abgerundeten Körnern und Körneraggregaten auf. Der Glimmer enthält viele Titanitkörner und sieht sehr frisch aus. Spuren von Hornblende scheinen auch vorhanden zu sein.

In den ersten drei dieser Fälle ist das junge Gestein noch viel dichter und feinkörniger als das bündelförmigen Sanidin führende Noseangestein. Es kommen aber Auswürflinge vor, in denen, neben viel Glimmer, Nosean (oder Hauyn) mit Sanidin in grobkörnigen und lockerigen Partien auftritt. Die beiden letzten Mineralarten, Nosean und Sanidin sind vergesellschaftet, oder sie schliessen sich in einander nahe liegenden Zonen gegenseitig aus. Mit anderen Worten, es scheint, als wenn sich Sanidin allein ohne Nosean in einer ursprünglichen Schiefermasse zwischen deren Schichten hat bilden können.

Unter 260 von mir untersuchten Dünnschliffen verschiedener Laacher Auswürflinge habe ich stets das Auftreten von Nosean zusammen mit der bündelförmigen Verwachsung des Sanidins constataren können. Nur zwei Mal war dies nicht der Fall, und zwar in Einschlüssen aus der Mayener Lava.

Von diesen 260 Dünnschliffen führten etwa 72 derselben Nosean. Die von diesen 72 Präparaten vertretenen Auswürflinge lassen sich mit Ausnahme des soeben als viertes Beispiel angeführten schwarzen Gesteins wieder in drei Classen einteilen:

1. In sogenannte Laacher Trachyte und Uebergänge in dieselben (Taf. VI, Fig. 5 und 6).

2. In Gesteine, welche zum grössten Theile aus älterem Sanidin oder auch einem gekörneltten Orthoklas, der ebenfalls Sanidin sein kann, bestehen und mehr oder weniger Nosean enthalten.

3. In Gesteine, welche sich durch das Vorhandensein von vielem Nosean und vielem neugebildetem, radialstrahligem, bündelförmigem Sanidin auszeichnen. Diese führen zuweilen auch älteren Sanidin.

In den beiden ersten Classen erscheint als accessorischer Bestandtheil Nosean und der Sanidin ist nicht bündelförmig. In der dritten Classe dagegen bilden kleine Reste von Glimmer, Augit, Titanit, Zirkon, Magneteisen und anderen Mineralen die accessorischen Bestandtheile. Der Charakter aller drei Gesteine ist vulcanisch.

Die Menge des Noseans nimmt in den drei Classen der Reihe nach zu, und da dieser in dem Gesteine der letzten Classe (welches sich übrigens durch die eigenthümliche Verwachsung des Sanidins vor den anderen Nosean-führenden Gesteinen auszeichnet) so zahlreich vorhanden ist, so erscheint es geeignet, dafür den Namen Noseanit beizubehalten oder vielmehr diese Gesteinsart damit zu belegen.

### Plagioklas.

Obgleich die Verbreitung des Plagioklas in den Laacher Auswürflingen eine sehr grosse ist, so tritt er doch fast nie in wohl ausgebildeten Krystallen auf. Selbst Wolf hat ihn nur einmal getroffen und dann nur in geringer Menge und mit sehr undeutlicher Krystallform, ein Vorkommen, welches er für Oligoklas hielt. In den Noseaniten und im Laacher Trachyt begegnen wir dem Plagioklas im Dünnschliffe recht häufig, im letzten Gesteine öfters in schön ausgebildeten Krystallen, welche nicht selten zonalen Bau aufweisen.

Manche Auswürflinge bestehen fast ganz aus Plagioklas, aber in den Noseaniten spielt dieses Mineral eine sehr untergeordnete

Rolle. Er tritt hier meistens in Leistchen oder in kleinen Körnchen auf, ist vielfach mit Orthoklas verwachsen und kommt wie dieser in bündelförmiger Anordnung vor, jedoch nur selten und lange nicht so massenhaft und vollkommen, wie dies bei dem Orthoklas der Fall ist. Wo der Nosean aber stark vertreten ist, bemerkt man wenig oder in der Regel gar keinen Plagioklas.

In Bezug auf die Zwillinge des Plagioklases kommen nicht nur Krystallschnitte vor, in denen die Lamellen nach dem Albit-gesetze angeordnet sind, sondern auch solche mit doppelten Streifen-systemen, wobei die Lamellen sich kreuzen, was auf das Periklin-gesetz hindeutet. Die Verwachsungen mit dem Orthoklas sind sehr mannigfaltig und die Grenze zwischen beiden Mineralen zuweilen sehr unregelmässig. Bald umgibt der Plagioklas den Orthoklas, bald sitzt jener in diesem als eine einzige Partie oder in zahllosen unregelmässig verlaufenden Körnern.

Im Uebrigen verhält sich der Plagioklas wie der Orthoklas. Er ist vielfach angeschmolzen, von Schlacke und Glas begleitet und enthält fast nie Einschlüsse. Wegen der Schwierigkeit der Trennung des Plagioklases von der übrigen Gesteinsmasse wird es kaum gelingen seine Identität festzustellen, falls er nicht in grösseren Partien oder wohl ausgebildeten Krystallen gefunden werden sollte. Das Fehlen gut ausgebildeter Krystalle, sowie das Fehlen von Plagioklas bei überwiegendem Nosean möchten es wohl wahrscheinlich machen, dass die meisten dieser Plagioklase ältere Gesteinsbestandtheile als die Sanidine sind. Dass ein Theil des Plagioklases Neubildung ist, ist sicher.

### Olivin.

In den Dünnschliffen der von mir untersuchten Nosean-führenden Laacher Trachyte findet sich zufälliger Weise kein Olivin, obgleich derselbe in diesem Gesteine keine Seltenheit ist und von mir makroskopisch mehrfach darin beobachtet wurde. Indessen um den Vorgang bei der Zersetzung oder Zerkörnelung dieses Mineralen zu veranschaulichen, welche wohl nicht wesentlich von der sich beim Augit oder Titanit vollziehenden verschieden war, gebe ich in Taf. VI, Fig. 4, eine Abbildung eines Olivinkornes aus einem Nosean-freien Laacher Trachyt, an dessen Rändern man in zahlreichen Einbuchtungen und Franzungen das Fortschreiten der Zersetzung und Körnelung sehr deutlich sieht. In den sogenannten Sanidiniten wurde

bekanntlich nur ein einziges Vorkommen von Olivin bisher beobachtet, wo er in schön ausgebildeten tiefrothen Krystallen auftritt.

### Titanit.

Der Titanit ist nach dem Orthoklas, dem Magneteisen und dem Glimmer wohl das am meisten verbreitete der Laacher Minerale. Er kommt sehr häufig in den zierlichsten Formen, sowohl einzeln aufgewachsen, noch häufiger vielleicht als abgerundetes oder eckiges Korn in dem sogenannten Sanidinit und Laacher Trachyt vor. Im Dünnschliff ist er farblos bis gelblich, und in der Regel mehr oder weniger pleochroitisch. Hier zeigt er fast nie eine als solche erkennbare Spaltbarkeit, ist aber öfters von rohen unregelmässigen Rissen durchzogen und mit meist unbestimmbaren Einschlüssen erfüllt. Dieser Umstand verhindert häufig, dass man ein deutliches Axenbild bekommt, und falls der Titanit nicht pleochroitisch, ist er manchmal vom Zirkon schwer zu unterscheiden, da Schliffe von beiden eine raue Oberfläche zeigen, und häufig am Rande fast gleich stark doppelbrechend erscheinen, oder eine Totalreflexion zeigen. In solchen Fällen, wo beide in demselben Dünnschliffe sind, nimmt man am Zirkon, der sich übrigens durch einen hellen Farbenton auszeichnet, bei gekreuzten Nicols und starker Vergrösserung undeutliche wellenförmige farbige Linien wahr, welche über den Krystallschnitt verlaufen: das rührt von dem grösseren Brechungsvermögen des Zirkons her, und gilt natürlich nur für Schliffe von gleicher Dicke, denn bei dickeren Schliffen kann der Titanit dieselbe Erscheinung gewähren. Das zertrümmerte und abgerundete Aussehen der Titanitkörner in den Laacher Auswürflingen legt die Vermuthung nahe, dass dieses Mineral zum Theil einer der ältesten Bestandtheile derselben ist. Wir finden ihn im Glimmer, Magneteisen, Sanidin eingewachsen, und in der innigsten Gesellschaft mit diesen Mineralen, mit Augit und Hornblende gruppiert. Im Laacher Trachyt ist er stets besser ausgebildet, frischer und einschlussfreier als in den Noseaniten, und hat meist eine tiefere Farbe. Hier kommen bei weitem die meisten Zwillingdurchschnitte vor. In anderen Auswürflingen sieht man oft den Umriss eines in Körner zerspaltenen Titanitkrystals, dem die ursprüngliche Mitte und ein Theil des Randes fehlen, und dafür mit Orthoklas ausgefüllt sind, und an welchem die noch vorhandenen körnigen Partien stark abgerundet sind. Aus dergleichen Beispielen kann man wie beim

Olivin, Augit und Melanit den Schluss ziehen, dass der körnige Titanit, der so häufig in den Auswürflingen vorkommt, von den ursprünglichen Gesteinen vor deren Umbildung herstamme und durch die vulcanische Hitze zerborsten, abgerundet und zum Theil aufgelöst worden ist.

### Zirkon.

In den Laacher Auswürflingen treffen wir den Zirkon gar nicht selten, und zwar in Drusen als an einem oder beiden Enden wohl ausgebildete Krystalle, noch häufiger in der Gesteinsmasse selbst als abgerundete Körner. Er ist als aufgewachsener Krystall gewöhnlich langsäulenförmig und weist dann die Flächen  $\infty P(110)$  und  $P(111)$ , zuweilen auch noch eine steilere Pyramide<sup>1)</sup> auf. Seltener kommt er mit sehr untergeordnetem oder fehlendem Prisma  $\infty P(110)$ , umschlossen von  $P(111)$  und  $\infty P\infty(100)$  vor, auf- und eingewachsen. Seine Grösse nach Wolf „schwankt von 1 Millimeter bis 4 Linien, 10 Millimeter, gewöhnlich bleiben aber die Krystalle unter 1 Linie zurück“, ja sie kommen zuweilen noch viel kleiner vor; mitunter sind sie nadelförmig. Seine Farbe ist eine weisse, selten eine rothe, welch letztere in der Regel, doch nicht immer, im Sonnenlichte bald erblasst; sehr selten ist sie grün. In der pyramidalen Form ist der Zirkon öfters wasserklar und farblos bis grau. In dieser Form begleitet er häufig den Azor-Pyrrhit, und wird bei diesem Mineral von mir noch etwas ausführlicher besprochen.

Im Dünnschliffe kommt der Zirkon recht häufig vor. Niemals sah ich ihn hier in den sogenannten Sanidinbomben, wohl aber öfters im Laacher Trachyt als gut ausgebildeten säulenförmigen Krystall. Er erscheint als Durchschnitt eines pyramidalen Krystalles, häufiger aber als Durchschnitt eines Fragments, an dem zuweilen der Umriss von 2 oder 3 Flächen noch wohl erhalten ist, ist gewöhnlich von Glasblasen erfüllt und von unregelmässigen Rissen durchzogen. Er zeigt eine sehr rauhe Oberfläche und ist gar nicht pleochroitisch. In demselben Schliff mit Titanit und zum Unterschiede von diesem (wie bei letzterem gesagt wurde), zeigt der Zirkon unter starker Vergrösserung kleine wellenförmige farbige Linien, während diese Erscheinung beim Titanit fehlt. Er kommt im Melanit, Nephelin, Sanidin, Magneteisen eingewachsen vor.

<sup>1)</sup> Wahrscheinlich  $3P$  oder  $5P$ .

In der Poppelsdorfer Sammlung befindet sich ein Auswürfling, worin auf Orthit ein schöner Zirkonkrystall aufgewachsen sitzt. Auch habe ich ihn im Glimmer liegend gesehen, von einer tiefrothen Farbe, an beiden Enden schön ausgebildet. Viele Zirkone erhalten wohl ihre Farbe von zersetztem Glimmer und verlieren dieselbe im Sonnenlichte nicht, denn sowohl rothe als farblose kommen in der Nähe des letzteren in derselben Druse vor. Die an beiden Enden gut ausgebildeten Zirkone sitzen theils aufrecht, theils auf einer Prismenfläche liegend in Drusen, in und auf einer zersetzten Gesteinsmasse, welche die Wände dieser Drusenräume auskleidet, und haben das Aussehen als wenn sie ihre ursprüngliche Stellung nicht mehr inne hätten, als wenn sie aus derselben durch Zersetzung oder Umbildung der Gesteinsmasse herausgebracht wären. Das ist besonders auffällig in orthit- und nosean-führenden Gesteinen, und ist ein Umstand, der im Zusammenhang mit der vollkommenen Ausbildung dieser Zirkone für ihr hohes Alter spricht. Wahrscheinlich ist es, dass sie hier im ursprünglichen Gesteine vor der Noseanbildung existirten. Dass einige Zirkone mit dem Sanidin gleichalterig sind, ist auch zweifellos, denn sie sitzen im letzteren eingebettet neben Azor-Pyrrhit und dieser eingesenkt in ihnen.

### Azor-Pyrrhit.

Ein häufiger Begleiter des Titanits und des Noseans in den Lesesteinen des Laacher Sees ist ein Mineral, welches in pomeranzgelben bis dunkelrothen, in der Regel sehr winzigen Kryställchen vorkommt. In mehreren Auswürflingen sah ich diese mit der Lupe, im Dünnschliffe kommen sie unter dem Mikroskope noch öfter zum Vorschein, jedoch sind sie hier so klein, dass zuweilen ein ganzes Kryställchen im Schliffe rundum eingebettet liegt. Einmal sah ich zwei dieser winzigen Gebilde auf einem Körnchen Titanit sitzen, welche kaum 0.03 Millimeter massen. Die gelben Kryställchen haben einen starken Glasglanz und irisiren zuweilen recht deutlich, die dunkleren im Gegentheil haben meistens nur Metallglanz oder sie sind metallschillernd. Die fast ausschliessliche Form, in der dieses Mineral auftritt, ist die des Oktaëders. Zweimal sah ich, ausser der Oktaëderfläche, die des Rhombendodekaëders. Häufig sind zwei Oktaëder gleicher Grösse in nahezu oder ganz paralleler Stellung mit einander so verwachsen, dass die beiden Individuen von einander

makroskopisch kaum zu unterscheiden sind. Diese Verwachsung gibt sich durch eine Knickung kund, welche quer und unregelmässig über die Oktaëderfläche verläuft. Bei näherer Prüfung sieht man auch die dicht an einander liegenden Oktaëderecken. In anderen Fällen sind die Individuen ungleich gross, und die Fläche des einen ragt um ein sehr Geringes aus der entsprechenden Fläche des anderen empor. Die entsprechenden Flächen der gleich grossen Krystallpaare stehen zu einander in der Regel etwas geneigt. Eine solche Abweichung von Parallelität habe ich bis zu circa anderthalb Grad beobachtet. Die einzelnen Oktaëder kommen nicht selten mit ungleich entwickelten Flächenpaaren vor, sie sind nach einer Zwischenaxe ausgedehnt. Dieses Mineral ist dasselbe, welches Wolf<sup>1)</sup> für rothen Spinell gehalten und beschrieben hat, obgleich er anerkennt, dass seine mineralogische Untersuchung ohne chemische Analyse für diesen Namen „keine volle Sicherheit gewähren kann“.

An einem der spiegelnden gelben Kryställchen, welches eine Grösse von circa 0.75 Millimeter hatte, habe ich die Winkel gemessen <sup>2)</sup>:

$$(111):(1\bar{1}\bar{1}) = 109^{\circ} 34'$$

$$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^{\circ} 23'$$

$$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1) = 109^{\circ} 22'$$

$$(\bar{1}\bar{1}1):(111) = 70^{\circ} 41'$$

Zwischen gekreuzten Nicols verhalten sich die Laacher Krystalle ganz isotrop. Demnach gehören sie unzweifelhaft dem regulären Systeme an.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. D. G. G. 1868, XX, pag. 28.

<sup>2)</sup> Ein Pyrrhit-Kryställchen von San Miguel wurde von mir g'eichfalls gemessen und ergab folgende Winkel:

$$(111):(1\bar{1}\bar{1}) = 109^{\circ} 18'$$

$$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^{\circ} 51\frac{1}{4}'$$

$$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1) = 109^{\circ} 11'$$

$$(\bar{1}\bar{1}1):(111) = 70^{\circ} 40'$$

$$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 109^{\circ} 38'$$

$$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^{\circ} 21\frac{1}{2}'$$

Resultate, welche mehr von den Winkeln des regulären Systems abweichen, als die am Laacher Krystalle gemessenen. Noch in höherem Grade weicht eine der Messungen Schraufs an San Migueler Krystallen von dem Winkel des regulären Systems ab. Er erhielt die Winkel  $70^{\circ} 40'$ ,  $69^{\circ} 40'$ ,  $109^{\circ} 20'$  (Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1871, 1. Abth., pag. 187). Der Pyrrhit von San Miguel kommt auch als Doppelkrystall, wie oben beschrieben, vor, und könnten vielleicht die Schwankungen in den Winkeln auf einer ähnlichen, äusserlich nicht sichtbaren Verwachsung beruhen.



In der Hoffnung, mit der Zeit eine genügende Menge dieser Substanz sammeln zu können, um eine Analyse derselben zu machen, habe ich mich bisher der meisten üblichen Prüfungen mit der Perle und auf nassem Wege enthalten. Trotzdem glaube ich doch auf Grund mehrerer Eigenschaften derselben ihre Identität mit dem Spinell bezweifeln zu müssen.

Das specifische Gewicht wurde auf folgende Weise annähernd ermittelt. In eine borwolframsaure Cadmium-Lösung vom specifischen Gewicht 3·3, welche in einem langen Röhrchen sich befand, brachte ich eines der oben beschriebenen Kryställchen mit Bruchstücken folgender Minerale, welche in Grösse und Form ihm so nahe kamen, als ich sie machen konnte, nämlich Eisenspath (spec. Gew. 3·7—3·9), Kupferkies (spec. Gew. 4·1—4·3), Chlorospinell (spec. Gew. 3·59), Ceylanit (spec. Gew. 3·65), Fayalit (spec. Gew. 4—4·16) und Zirkon (spec. Gew. 4·53). Diese Krystallfragmente, von der Oberfläche der Lösung gleichzeitig ausgehend, fielen zu Boden des Röhrchens in folgender Reihe: Zirkon, Laacher Krystall und Kupferkies gleichzeitig, Fayalit, Ceylanit, Eisenspath, Chlorospinell — also in der Reihe nach ihrem specifischen Gewicht. Das specifische Gewicht unseres Minerals ist demnach annähernd das des Kupferkieses, liegt also zwischen 4·1 und 4·3, und hiernach ist dasselbe von Spinell, nach den neuesten Angaben, nicht zu unterscheiden. Nach Rosenbusch<sup>1)</sup> ist das spec. Gew. des Spinells 3·6—4·5. Obgleich diese Methode keinen Anspruch auf Genauigkeit machen kann, so ist sie doch von praktischer Anwendbarkeit und ergibt, wie ich durch mehrere Versuche mich überzeugt habe, recht gute Resultate.

Die Härte unseres Minerals wurde dadurch ermittelt, dass eine Stahlnadel, welche Apatit, aber nicht Hornblende zu ritzen vermochte, eines der kleinen Kryställchen ganz leise ritzte. Dessen Härte ist 5·5—6. Die des Spinells ist 7·5—8. Das fein gepulverte Mineral löste sich in heisser concentrirter Schwefelsäure, wodurch sich dasselbe wieder von Spinell unterscheidet.

Die Krystalle sind spröde und haben einen muscheligen Bruch. Eine Spaltbarkeit konnte ich an denselben nicht constatiren, obgleich wegen deren Winzigkeit diesem Umstande kein besonderes Gewicht beizulegen ist. Sie kommen in den Auswürflingen im Sanidin,

<sup>1)</sup> Physiographie, pag. 255.

Nephelin und Glimmer eingewachsen, sehr häufig auf gerundeten Titanitkörnern, sowie im Zirkon, Magneteisen und Nosean eingebettet, halb ein-, halb aufgewachsen, vor. Wolf hat sie auch auf Hornblende, Augit und Skapolith aufgewachsen gesehen. Manchmal kommen sie eingewachsen in Sanidinkrystallen vor, welche das Aussehen eines höheren Alters haben, neben welchen Nosean und secundärer Sanidin sich befinden. Ebenfalls kommen sie in Nosean-freien Nephelin-reichen Gesteinen vor.

Vor dem Löthrohr in der Reductionsflamme werden die gelben Kryställchen dunkler, beim Erkalten wieder heller, nach starkem Glühen aber andauernd tief roth und verlieren ihren starken Glanz, ein Verhalten, welches das Vorkommen derselben in verschiedenen Farbentönen zwischen gelb und roth in den Auswürflingen im Zusammenhang mit Glas und sonstigen Spuren einer Hitzeeinwirkung leicht erklärt.

Wie beim Zirkon und Titanit kommen auch Bruchstücke oder grössere Kryställchen von diesem Mineral im Dünnschliffe zum Vorschein. Einmal sah ich neben Sanidin und Nosean und viel Glas und Schlacke einen unregelmässig contourirten Schnitt, vermuthlich eines solchen Oktaëders, welcher 0.45 Millimeter lang und 0.31 Millimeter breit war. Die Oberfläche war etwas weniger rauh als beim Titanit, der Krystallrand uneben und angeschmolzen, und ein Theil desselben abgebrochen. Die Mitte war hohl, und an den inneren Wänden war die Farbe tief gelb. Der Krystall war wenig durchscheinend und führte einige undeutlich markirte Gasblasen. Abgesehen von seinem isotropen Verhalten und Farbe erinnerte dieser Schnitt an den Titanit. Die Farbe der Masse mit Ausnahme der Mitte derselben war dunkelroth. Gewöhnlich sind solche Schnitte aber tiefgelb und vielfach wolkig.

Im Jahre 1839 hat G. Rose ein einziges Vorkommen eines Minerals von Alabaschka bei Mursinsk im Ural beschrieben<sup>1)</sup>, welches in einer Feldspathdruse neben Lepidolith, Albit und weissen Topaskrystallen in winzigen pomeranzgelben, glasglänzenden Krystallen von der Härte des Feldspaths vorkam. Dieses Mineral hat Rose Pyrrhit genannt, und dasselbe, obgleich seine chemische Zusammensetzung nicht ermittelt wurde, als vermuthlich mit dem

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. 1840, Vol. XLVIII, pag. 562.

Pyrochlor verwandt zu diesem gestellt. Später, in den Jahren von 1844 bis 1847, hat J. E. Teschemacher ein Mineral von San Miguel in den Azoren untersucht <sup>1)</sup> und für Pyrrhit gehalten, welches im Jahre 1850 von A. A. Hayes vor dem Löthrohr und auf nassem Wege geprüft wurde. <sup>2)</sup> Letzterer glaubte, dasselbe sei eine Verbindung wesentlich von Niobsäure und Zirkonsäure. Im Jahre 1870 beschrieb vom Rath ein äusserlich ähnliches Vorkommen auf Orthoklas von der Insel Elba <sup>3)</sup>, welches er zu dem Pyrrhit Rose's trotz einiger Unterschiede, stellen zu dürfen glaubte, obgleich er die Möglichkeit nicht ausschloss, dass es ein anderes, neues Mineral sein könnte. Im Jahre 1871 untersuchte Schrauf den Pyrrhit von San Miguel, mass einige Winkel des regulären Systems daran, und bestimmte dessen Härte als circa 5·5. <sup>4)</sup> Im Jahre 1881 veröffentlichte A. Corsi die Resultate seiner Untersuchung eines Minerals von Elba, welches angeblich nicht der Elbaner Pyrrhit von vom Rath war. („Non siamo in presenza dunque nei pezzi da me studiati della Pirrite del Rath, ma sibbene della Microlite o anche di qualche specie affine.“ <sup>5)</sup> Corsi hält dieses Vorkommen auf Grund seiner Härte, Farbe, specifischen Gewichts und chemischen Beschaffenheit für Mikrolith, also eine wesentlich tantalisaure (nach Dunnington <sup>6)</sup> 68·43 Procent) Verbindung, und stellt den Pyrrhit von Rose, sowie merkwürdiger Weise den von vom Rath auch zum Mikrolith, während er das San Migueler Mineral für etwas Anderes hält. Ohne weiter auf Corsi's Versuche einzugehen, indem wir uns seiner Ansicht anschliessen, so steht eigentlich nach der Vereinigung des ursprünglichen Pyrrhits Rose's mit dem Mikrolith das San Migueler Mineral ohne Namen da. Indessen ohne festere Aufschlüsse über seine chemische Zusammensetzung müssen wir vorläufig an dem alten Namen festhalten, oder wir können das Mineral, um es von den anderen zu unterscheiden, als Azor-Pyrrhit bezeichnen.

Das oben beschriebene, von Wolf als rother Spinell bezeichnete Laacher Vorkommen hat nun zwei Eigenschaften, welche es

<sup>1)</sup> J. Nat. Hist. Boston. 1844, Vol. IV, pag. 499; Proc. 1846, Vol. II, pag. 108.

<sup>2)</sup> Am. Journ. of Science and Arts. 1850, Vol. IX, pag. 423.

<sup>3)</sup> Die Insel Elba, pag. 672.

<sup>4)</sup> Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1871, 1. Abth. pag. 187.

<sup>5)</sup> R. Comitato Geolog. d'Italia. 1881, Boll. 11 e 12, pag. 567.

<sup>6)</sup> Am. Chem. J. 1881, 3, 130.

wahrscheinlich machen, dass dasselbe nicht Spinell sei, nämlich seine Löslichkeit in Schwefelsäure und seine Härte (5·5), welche weit niedriger ist als die des Spinells (7·5—8). Sein isotropes Verhalten unter anderem lässt es auch nicht als Perowskit deuten. Dass es nicht Mikrolith ist, sehen wir aus seinem specifischen Gewicht (4·2 gegen 5·5 für letzteren). Seine Farbe, Härte, eigenthümliche oben beschriebene Verwachsung und sein Verhalten vor dem Löthrohr stimmen ziemlich gut mit denen des Azor-Pyrrhitis überein, und zu diesem möchte ich es vorläufig stellen. Indessen muss ich auf einen Umstand aufmerksam machen, der die Annahme einer nahen Verwandtschaft mit dem Azor-Pyrrhit — wenn wir mit Hayes letzteren für eine wesentlich niobsaure Zirkonerde halten — vielleicht nicht rechtfertigt. Unser Laacher Mineral tritt in Sanidinbomben im innigsten Verhältnis mit Titanit auf. Auch habe ich dasselbe einmal auf einem nadelartigen Kryställchen aufsitzend gesehen, welches ich für Rutil hielt. Nun, gerade dieses Auftreten auf abgerundeten Titanitkörnern in auf vulcanischem Wege umgebildeten Gesteinen, in denen der Titanit offenbar ein älterer Bestandtheil ist, legt die Vermuthung nahe, dass diese Körner das Material zur Bildung unserer Oktaëderchen hergegeben haben, und dass letztere wesentlich eine Titanverbindung sind. Auch Teschemacher hielt das San Migueler Mineral für eine solche Verbindung.

In diesem Zusammenhange ist es interessant, dass in mehreren Auswürflingen des Laacher Sees neben dem eben beschriebenen Azor-Pyrrhit weisse, hellgelbgrüne oder wasserklare, ganz kleine, bis zu 1 Millimeter grosse, im Sanidin zur Hälfte eingesenkte Zirkonkrystalle von dem pyramidalen Typus vorkommen, bei welchen zum Theil das Prisma  $\infty P(110)$  als sehr schmale, durch  $\infty P\infty(100)$  abgestumpfte Fläche auftritt. Auch kommt dabei eine steilere Pyramide, wahrscheinlich  $3P(331)$ , vor. Zirkonkrystalle dieser Form — einer am Laacher See sehr seltenen — sind, wenn sie in Begleitung des Laacher Azor-Pyrrhitis vorkommen, denen des sogenannten Azorits sehr ähnlich, welcher auf San Miguel den Azor-Pyrrhit begleitet. In derselben Weise, wie ich es beim Azor-Pyrrhit vom Laacher See gemacht, habe ich das specifische Gewicht des Azorits von San Miguel und der oben genannten kleinen Zirkone annähernd bestimmt. Es hat sich in beiden Fällen gleich dem eines Zirkons

aus Nord-Carolina ergeben, welches ich für sich nachher zu 4·53 bestimmte.

An einem der Laaeher Zirkone habe ich folgende Winkel gemessen:

$$\left. \begin{array}{l} (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}0) = 132^{\circ} 41' \\ (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0) = 132^{\circ} 8' \\ (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (110) = 132^{\circ} 21' \\ (\bar{1}\bar{1}1) : (110) = 132^{\circ} 14' \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{gegen } 132^{\circ} 10', \text{ den theoretischen} \\ \text{Werth.} \end{array}$$

$$(\bar{1}\bar{1}1) : (111) = 122^{\circ} 58', \text{ gegen } 123^{\circ} 19', \text{ den theoretischen Werth.}$$

Schrauf hat am Azorit unter anderen folgende Winkel gemessen<sup>1)</sup>:

$$(111) : (110) = 132^{\circ} 30'$$

$$(\bar{1}\bar{1}1) : (111) = 123^{\circ} 15'$$

und dieser Forscher meint, die geringe Härte dieses Minerals, welche er auf 5—6 bestimmte, hinderte die Identificirung desselben mit Zirkon.

An den kleinen Laacher Krystallen konnte ich nicht in befriedigender Weise die Härte des Zirkons nachweisen. Meine Versuche bestanden darin, dass ich ein Kryställchen in ein Stück Blei einsenkte, und mit demselben konnte ich Feldspath, aber nicht Quarz ritzen, wahrscheinlich weil bei vermehrtem Drücken das Blei zu stark nachgab. Hiernach wäre die Härte nur 6·5—7, aber sie wird wohl höher sein.

Einer der San Migueler Azorite wurde auf eine Glasplatte in ein Gemisch von Wachs und Canada-Balsam gebracht, und erwies sich als gleich hart mit dem Laacher Zirkon, also 6·5—7. Teschemacher hat dagegen die Härte des Azorits auf 4, Schrauf dieselbe, wie schon erwähnt, auf 5—6 bestimmt.

Die winzigen Laacher Zirkone besitzen, wie ich zufälliger Weise, freilich nur an einem Kryställchen beobachten konnte, eine deutliche Spaltbarkeit nach der Pyramide, während an dem Paar Azoritkrystallen, die mir zur Verfügung standen, ich eine Spaltbarkeit nicht beobachtete.

Da nun die Krystallform des Azorits von San Miguel und des Laacher Zirkon so nahe die für den normalen Zirkon bestimmte und angenommene, und die Härte, sowie das specifische Gewicht beider Minerale gleich ist, und da die von Hayes ausgeführten

<sup>1)</sup> Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1871, 1. Abth., pag. 189.

Prüfungen<sup>1)</sup>, nach den Worten Schraufs, „nicht hinreichend sind, dass Azorit wirklich aus columbsaurem Kalke bestehe“, so liegt die Vermuthung nahe, dass beide Minerale identisch sind, also beide Zirkone. Jedenfalls wäre es wünschenswerth, den Azorit einer genaueren chemischen Prüfung zu unterziehen. Wenn es sich herausstellen sollte, dass dieser blos Zirkon sei, so wäre das Zusammenkommen von gleichen Formen desselben mit Azor-Pyrrhit auf San Miguel und am Laacher See eine sehr interessante Thatsache. Corsi hat auch Zirkon in winzigen Krystallen in Begleitung des Elbaner Mikroliths beobachtet.

### Nephelin.

Der Nephelin gehört zu den selteneren Mineralen der Laacher Auswürflinge. Unter 260 von mir untersuchten Schliften tritt er nur viermal auf, zweimal in Noseaniten, dabei einmal in Begleitung von Sanidin, Zirkon, Magneteisen, Augit, Skapolith und viel Glimmer. In diesem Gestein erschien er in derben eingesprengten Körnern. Im zweiten Falle war ausser den oben genannten Mineralen auch noch Azor-Pyrrhit vorhanden und hier erschien der Nephelin zum Theil in schön ausgebildeten, wasserklaren, glasglänzenden Krystallen, welche Prisma und Basis, sowie diese zusammen mit der Pyramide zeigten. Die Krystalle sind in der Regel kurzprismatisch ausgebildet und kommen bis zu einer Grösse von 5—7 Millimetern vor. Manche sind bräunlich trüb bis durchscheinend und angeschmolzen und haben einen Fettglanz. Im Dünnschliffe ist der Nephelin hell durchsichtig, zwischen gekreuzten Nicols grau und schwach doppelbrechend. Der Nephelin zeigt vielfach eine Umrandung von Schlacke und Gasblasen und hatte wohl von einer späteren Hitze zu leiden. Von einer Zeolithisirung des Nephelins in diesen Auswürflingen sah ich bisher keine Spur.

### Skapolith.

Unter den von mir untersuchten, Nosean-führenden Gesteinen finden sich drei, welche Skapolith enthalten. In dem einen begleiten denselben Orthoklas, Nosean, Zirkon, Magneteisen, Titanit und Glimmer, in dem zweiten Orthoklas, Zirkon, Magneteisen, Glimmer, Augit und Nephelin. In diesen beiden Fällen ist das Gestein dicht,

<sup>1)</sup> Amer. J. of Science and Arts. 1847, 2. Ser., Vol. III, May, pag. 32.

von einer hellgelben Farbe und die Skapolithe sind alle eingesprengt und als solche selbst mit der Loupe gegen die anderen Bestandtheile nicht erkennbar. Im dritten Stück kommen ausser Skapolith Orthoklas, Nosean, Zirkon, Magneteisen, Azor-Pyrrhit und Nephelin vor. Hier erscheint der Skapolith nicht nur als eingesprengtes Korn, sondern, wenn auch selten, ebenso als wohl ausgebildeter, in Drusen aufgewachsener Krystall. An und nahe der äusseren Umrandung des Auswürflings sind die zum Theile aufgewachsenen Krystalle milchig weiss, zersetzt, sonst sind sie frisch und nur hin und wieder angeschmolzen und abgerundet. Sie erscheinen meistens in Säulen, nach Wolf bis zu einer Länge von 12 Millimetern und von 6 Millimetern bis zu 1 Millimeter Dicke, sie sind von 8 oder 12 Flächen begrenzt und wo überhaupt am Ende ausgebildet, zeigen sie undeutliche mattschimmernde und stumpfe Pyramidenflächen, welche fast nie messbar sind. Die frischen Krystalle sind trüb und farblos bis hellbräunlich und haben einen Fett- bis Glasglanz. Unter dem Mikroskope zeigen sich in Längsschnitten zahlreiche unregelmässige, der Basis nahezu parallele Risse, von denen die an den Prismenflächen wahrnehmbare horizontale Streifung wohl herrührt. Hier sieht man auch viele farblose, kurze Einlagerungen parallel der Verticalaxe, höchstwahrscheinlich Gasblasen, zu denen sich auch noch andere rundliche und unregelmässige Gasblasen gesellen. In diesem Umstande ist wohl die Ursache des niedrigen specifischen Gewichtes dieser Krystalle zu suchen. Das letztere habe ich mit der borwolframsauren Cadmiumlösung auf 2.42 bestimmt; vom Rath hatte dasselbe für ein in seinem Aeusseren gleiches Mineral auf 2.447 bestimmt.

Im Dünnschliffe erscheint er in der Form von unregelmässigen Körnern, meist aber in langen Säulen, nie mit schönen, geraden Grenzflächen, sondern im allgemeinen von einem zerfressenen und angegriffenen Aussehen und von Glas und von Gasblasen umrandet. Er erfüllt sehr häufig unregelmässige Zwischenräume zwischen anderen Mineralen.

In Schnitten nahezu parallel der Basis nimmt man eine unvollkommene Spaltbarkeit, gewöhnlich stärker nach zwei Richtungen hin als nach der dritten, jene unter gleichen Winkeln kreuzenden, wahr. Die Spaltlinien sind sehr nahe beisammen und verhältnissmässig kurz und sehen aus, als wenn ein ganz feiner opacitischer

Staub ihnen parallel eingelagert wäre. Ausser diesen Spaltlinien ziehen auch noch unregelmässige Spalten durch die Masse hindurch, welche von einer dunklen Schlacke erfüllt sind. Solche basische Schnitte des Skapoliths sind auf den ersten Blick mit Nephelin sehr leicht zu verwechseln, unterscheiden sich jedoch von letzterem durch ihre weit stärkere Doppelbrechung. Längsschnitte des Skapoliths zeichnen sich durch ihre lebhaft polarisierende Farbe aus.

Als Einschlüsse sind Zirkonbruchstücke und Azor-Pyrrhit-oktaëder, sowie kleine Glas- und Schlackenpartien zu erwähnen, vor allem aber Nosean- und Sanidinreste. Letztere geben uns Bescheid über das relative Alter des Skapoliths, des Noseans und des Orthoklases.

Diese Feldspatheinschlüsse im Skapolith haben einen dünnen Saum von Glaseinschlüssen, sie löschen alle gleichzeitig oder in Gruppen aus, in einer Weise, dass man sehr deutlich die Lage der eingeschmolzenen Feldspathkrystalle noch erkennen kann (Taf. VI, Fig. 3). Diese Erscheinung kommt nicht nur in Nosean-führenden Gesteinen, sondern auch in solchen vor, in denen jetzt kein Nosean nachzuweisen ist. Hier sind die angrenzenden Orthoklase zum Theil klein und wahrscheinlich neu ausgeschieden (Sanidine), zum Theil gross und körnig, was auf eine feuerige Entstehung des Skapoliths hindeutet. Bemerkenswerth ist ferner das Vorhandensein von Azor-Pyrrhit in grosser Menge in diesem Gesteine. Ausser diesen Mineralen sind auch noch Glimmer, Magnetkies und Titanit vorhanden.

Diese Beobachtungen liessen es wichtig erscheinen das Alter des Skapoliths und Nephelins, wenn irgend möglich, in Bezug auf das des Noseans und secundären Sanidins zu bestimmen. In dem ersten Schlicke dieses Gesteins war kein bündelförmiger Sanidin vorhanden und konnte somit diesbezüglich kein sicherer Schluss gemacht werden. Zwei fernere Schlicke desselben aber lieferten den erwünschten Sanidin zwar in geringer Menge, jedoch in schönen Krystallen an ältere Sanidine kreis- und schuppenförmig angewachsen, und um mehrere dieser Bündel und Gruppen findet sich der Skapolith angelagert. Hier ist auch Nosean mehrfach im Skapolith zu sehen, sowie etwas Schlacke und Glaseinschlüsse am Rande der eingeschlossenen Nosean- und Sanidinkrystalle. Der Nosean hat auch hier seine charakteristischen Magnetkieseinschlüsse noch, welche jedoch fast alle roth oder gelb sind, zum Theil förmliches Glas und auch er hat vielfach das Aussehen einer Glasmasse,



da er die oben erwähnten gebogenen Risse enthält. Im älteren Sanidin und im Skapolith befinden sich mehrere Azor-Pyrrhit-oktaëder. Wir sehen also, dass in diesem Gesteine die obigen Bestandtheile in folgender Ordnung entstanden sind: Sanidin, Nosean, Azor-Pyrrhit und secundärer Sanidin, Skapolith. Jedoch eine streng gesetzliche Reihenfolge in der Bildung dieser Minerale in allen (Laacher) Noseaniten dürfen wir trotzdem wohl nicht annehmen. Eine Verschiedenheit der örtlichen Bedingungen kann sehr leicht geherrscht haben, die fortdauernde oder oft wiederkehrende Hitze muss ja ihre Schmelzwirkungen zu verschiedenen Zeiten ausgeübt haben und die neue Krystallisation ging wieder von statten. Der Skapolith erscheint oben als jüngstes Glied der Ausscheidungen, während der Azor-Pyrrhit älter ist als der Nephelin, jedoch hat Wolf Azor-Pyrrhit (rothen Spinell) auf Skapolith aufgewachsen gefunden. Das relative Alter des Nephelins konnte nicht mit Sicherheit ermittelt werden.

Dies sind, in Kürze besprochen, die Erscheinungen, welche man an einigen Bestandtheilen der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees beobachtet. Die übrigen Bestandtheile dieser Gesteine hoffe ich bei einer anderen Gelegenheit zu besprechen.

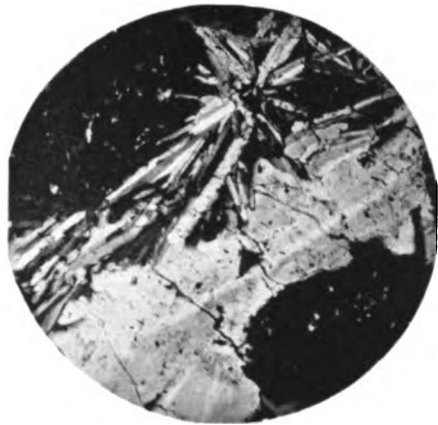
Folgendes sind die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit:

In den Laacher Auswürflingen ist der Nosean zum grössten Theil ein Drusenmineral, bei dessen Bildung in einem trachytähnlichen Gestein neuer Sanidin vielfach entstanden ist. Letzterer, in Begleitung des Noseans, zeichnet sich dadurch aus, dass er sich in radialstrahligen, bündelförmigen Aggregaten gruppirt oder an ältere Sandine angereicht hat. Der Skapolith erscheint ebenfalls als Feuerproduct und ist erst nach dem Nosean und dem Sanidin entstanden. Der Zirkon und der Titanit sind als ursprüngliche Bestandtheile dieser Gesteine zu betrachten. Das von Wolf für rothen Spinell gehaltene Mineral ist dem Pyrrhit von San Miguel anzureihen und mag wohl titanhaltig und vielleicht als Neubildung aus zersetztem Titanit entstanden sein. Dieses Vorkommnis, welches wir als Azor-Pyrrhit bezeichnen, wird in den Laacher Auswürflingen von winzigen Zirkonkrystallen des pyramidalen Typus begleitet, mit denen der sogenannte Azorit von San Miguel in seinen physikalischen Eigenschaften übereinstimmt.

Mineralogisches Institut der Universität Bonn, August 1886.



1.



2.



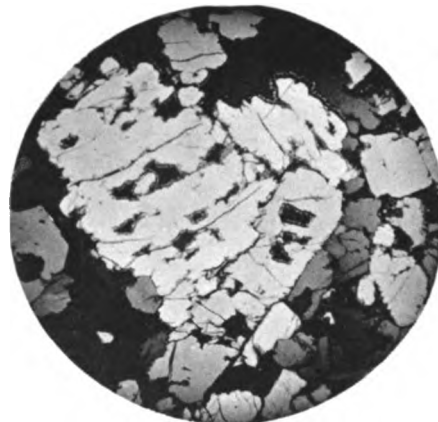
3.



4.



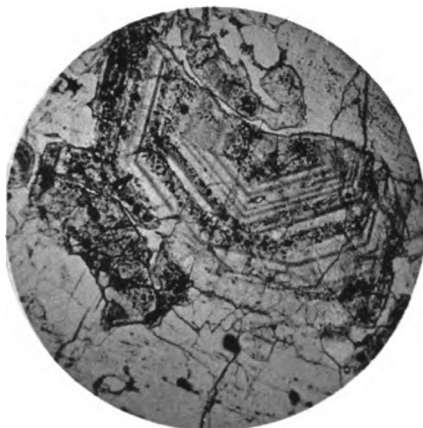
5.



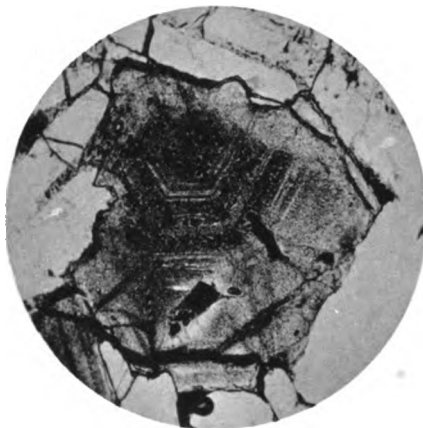
6.

F. Schmidt, Anstalt für Mikrophotographie, Breslau, Paradiesstr. 80.





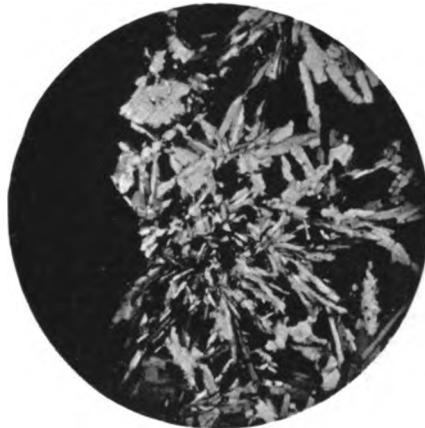
1.



2.



3.



4.



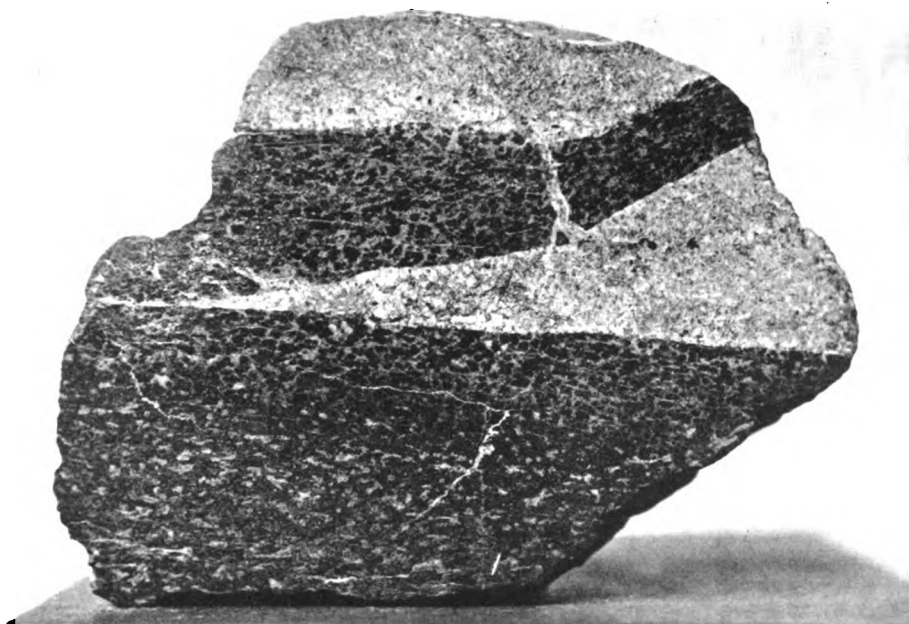
5.



6.

F. Schmidt, Anstalt für Mikrophotographie, Breslau, Paradiesstr. 80.





1.



2.

F. Schmidt, Anstalt für Mikrophotographie, Breslau, Paradiesstr. 30.



**Erklärung der Tafel V.**

- Fig. 1. Nosean zwischen Sanidinkörnern. Vergr. 66.  
" 2. Nosean zwischen Sanidinkörnern. Vergr. 72.  
" 3. Bündelförmiger Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 4. Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 5. Sanidin, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 6. Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.

**Erklärung der Tafel VI.**

- Fig. 1. Bündelförmiger Sanidin und Nosean mit Einschlüssen von Feldspath, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 2. Alter Sanidin mit angewachsenen neuen Sanidinleisten, und Nosean bei gekreuzten Nicols. Vergr. 48.  
" 3. Skapolith mit Einschlüssen von Sanidin, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 4. Olivinkrystall mit gefransten Rändern im Laacher Trachyt, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.  
" 5. Sanidinkörner und Glas, bei gekreuzten Nicols; Uebergang zum Laacher Trachyt. Vergr. 24.  
" 6. Sanidin mit Löchern, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.

**Erklärung der Tafel VII.**

- Fig. 1. Knotenschiefer mit eingekeiltem Sanidingestein.  $\frac{4}{5}$  natürlicher Grösse.  
" 2. Reste eines Knotenschiefers mit hellem Sanidingestein. Natürliche Grösse.
-



## XIV. Beiträge zur Mineralogie Tirols.

Von A. Cathrein.

### I. Bergkrystall von der Stillupp.

Im verflossenen Sommer fand sich in einer Krystallhöhle der Stillupp, einer der Gründe, in welche sich das Zillerthal bei Mayerhofen spaltet, ein wasserheller, an beiden Enden ausgebildeter  $24 \times 12$  Millimeter grosser Bergkrystall, mit dem ein ebensolcher kleinerer in fast paralleler Lage seitlich verwachsen ist.

Bei dem relativen Flächenreichthum dieser Krystalle erscheint eine Beschreibung umso gerechtfertigter, als aus der Literatur nur spärliche und unbestimmte Angaben über die Krystallformen der Tiroler Quarze zu verzeichnen sind. So erwähnen Liebenauer und Vorhauser<sup>1)</sup> am Bergkrystall von Ahrn im Pusterthal die in der Richtung der Scheitelkanten und zur Säule entrandeckte Kernform (Rhomböeder) und am Vorkommen vom Rothenbachl in Pfitsch die Doppelpyramide.

Nach v. Zepharovich<sup>2)</sup> erscheint an einem Bergkrystall, angeblich von Kals, ausser  $+R$  und  $-R$ ,  $P\frac{3}{2}$ , am Morion von Pfitsch die Combination  $\pm R \cdot \infty F \cdot 6P\frac{6}{5} \cdot 2P2 \cdot -6R \cdot +4R$ . Schliesslich beschreibt Groth<sup>3)</sup> wasserhelle Krystalle aus dem Pfitschthal mit den Flächen  $x$ ,  $u$ ,  $u'$   $\left( \frac{6P\frac{6}{5}}{4}, \frac{4P\frac{4}{3}}{4}, -\frac{4P\frac{4}{3}}{4} \right)$  und gross entwickelten steileren Rhomböedern, ferner von Sterzing wasserhelle Krystalle mit den gewöhnlichen Rhomböeder- und Trapezoederflächen.<sup>4)</sup>

Die an vorliegenden Krystallen bei grösseren Flächen mit dem Anlegegoniometer, bei kleineren mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführten Messungen ergaben die Combination  $rpzoo'tt'xyus$ .

<sup>1)</sup> Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852, pag. 212 u. 213.

<sup>2)</sup> Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Oesterreich. II, pag. 262.

<sup>3)</sup> Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. 1878, pag. 96 u. 97.

<sup>4)</sup> Das flächenreiche Rauchquarzvorkommen vom Obersulzbachthal wurde hier nicht berücksichtigt, weil genanntes Thal nicht in Tirol, sondern in Salzburg liegt.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel
		( $a:c = 1:1.0999$ ):
$r = (10\bar{1}0) \infty R$	$p:p = 10\bar{1}1:1\bar{1}01 = 85^{\circ}40'$	$85^{\circ}45'$
$p = \rho(10\bar{1}1) + R$	$z:p = 01\bar{1}1:10\bar{1}1 = 46^{\circ}15'$	$46^{\circ}16'$
$z = \rho(01\bar{1}1) - R$	$r:z = 10\bar{1}0:01\bar{1}1 = 38^{\circ}30'$	$38^{\circ}13'$
$o = \rho(30\bar{3}1) + 3R$	$o:p = 30\bar{3}1:10\bar{1}1 = 23^{\circ}50'$	$23^{\circ}31'$
$o' = \rho(03\bar{3}1) - 3R$	$o':z = 03\bar{3}1:01\bar{1}1 = 23^{\circ}41'$	$23^{\circ}31'$
$t = \rho(40\bar{4}1) + 4R$	$t:p = 40\bar{4}1:10\bar{1}1 = 27^{\circ}5'$	$27^{\circ}5^{1})'$
$t' = \rho(04\bar{4}1) - 4R$	$t':z = 04\bar{4}1:01\bar{1}1 = 27^{\circ}19'$	$27^{\circ}5'$
$x = \tau\rho(6\bar{1}\bar{5}1) + \frac{6P^6}{4}l$	$x:z = 6\bar{1}\bar{5}1:1\bar{1}01 = 54^{\circ}46'$	$54^{\circ}51'$
$y = \tau\rho(5\bar{1}\bar{4}1) + \frac{5P^5}{4}l$	$y:z = 5\bar{1}\bar{4}1:1\bar{1}01 = 52^{\circ}11'$	$52^{\circ}17'$
$u = \tau\rho(4\bar{1}\bar{3}1) + \frac{4P^4}{4}l$	$u:z = 4\bar{1}\bar{3}1:1\bar{1}01 = 48^{\circ}17'$	$48^{\circ}23'$
$s = \tau\rho(2\bar{1}\bar{1}1) - \frac{2P^2}{2}l$	$s:p = 2\bar{1}\bar{1}1:10\bar{1}1 = 28^{\circ}51'$	$28^{\circ}54'$

Der Krystallhabitus ist säulenförmig, indem unter den aufgeführten Flächen die glänzenden prismatischen alle anderen an Grösse übertreffen. Durch ihre horizontale, oscillatorische Combinationsstreifung sind dieselben gleichwohl zu genaueren Messungen weniger geeignet, da sie gewöhnlich vielfache Reflexe geben. Scharfe einheitliche Bilder hingegen liefern die Flächen des Grundrhomboëders, welche von den kleineren des Gegenrhomboëders an Glanz noch übertroffen werden. Auf diese Rhomboëderflächen gehen nur vereinzelte horizontale Streifen über.

In der Zone  $[1\bar{1}01.01\bar{1}\bar{1}]$  erscheinen die positiven linken Trapezoëderflächen mit dem allgemeinen Zeichen  $\tau\rho(h.\bar{l}.\bar{h}-\bar{l}.l) + \frac{mP^{m-1}}{4}l$ ; davon herrschen die glänzenden  $x$  vor, sind oft ziemlich breit und mit feinen, der Zonenkante parallelen Riefen versehen; schmaler und gewöhnlich etwas rauh sind die ebenso gestreiften

<sup>1)</sup> Gelegentlich sei bemerkt, dass in dem Lehrbuch der Mineralogie von Naumann, 12. Aufl. von Zirkel das Supplement dieses Winkels  $153^{\circ}5'$  statt  $152^{\circ}55'$  und Winkel  $\frac{1}{2}R: \infty R = v:r = 161^{\circ}19'$  statt  $167^{\circ}19'$ , ferner  $x:r$  und  $s:r$  um  $1'$  zu gross angegeben ist.

Trapezflächen  $u$ , noch matter und nur dreimal am Krystall entwickelt sind die  $y$ -Flächen. Auf  $u$  folgen klein, aber glänzend die nach der Combinationskante mit  $+R$  gerieften linken Rautenflächen  $s$ , welche durch die sich kreuzenden Zonen  $[10\bar{1}1 . 0\bar{1}1\bar{1}] . [1\bar{1}01 . 01\bar{1}\bar{1}]$  bestimmt sind.

Da die tetartoëdrischen Flächen an dem einen Krystallpol links unter den Rhomboëderflächen in drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Sextanten auftreten, so liegt Zwillingsbildung nach  $(10\bar{1}0) \infty R$  vor.

Die steileren Rhomboëder  $o$ ,  $t$  und  $o'$ ,  $t'$  zeigen ungleichmässige Ausbildung, indem ihre mit feiner Horizontalstreifung versehenen Flächen bald schmal, bald breiter sind. Ausnahmsweise ist eine  $o$ -Fläche sehr gross und glänzender als  $R$ , diese gibt ein einfaches helles Spaltbild, während die Reflexe der übrigen stets von geringer Helligkeit und Schärfe sind. Die Flächen der steileren Rhomboëder treten theils vereinzelt, theils miteinander combinirt auf.

Ausserdem bemerkt man im Reflexionsgoniometer in der Zone  $prz$  ganz undeutliche Bilder von Flächenstreifen stumpferer und steilerer Rhomboëder, deren Bestimmung jedoch in Anbetracht der unsicheren Einstellung unterlassen wurde.

## II. Krystallformen des Granats vom Rothenkopf.

Neulich erwarb ich zwei Granatstufen vom Rothenkopf im Schwarzensteingrund des Zillerthales, für welche die von Liebener und Vorhauser gegebenen Beschreibungen <sup>1)</sup> zutreffend erscheinen. Die genannten Autoren schildern nämlich die Vorkommnisse folgendermassen: „Am Rothenkopf ganz täuschend ähnlich wie in Pfitsch.“ Ueber das Vorkommen von Pfitsch heisst es: „Zierliche Krystalle mit beinahe Diamantglanz, einzeln und zusammengewachsen in der Kernform und in der Combination mit dem Leucitoid, nicht grösser als höchstens zwei Linien. Hyacinth- in's blutrothe und schwärzlichbraune. Durchscheinend. Aufgewachsen auf Gängen und Klüften des Chloritschiefers“; ferner pag. 120 über schwarzen Granat von Pfitsch: „Zierliche Krystalle in der Combination vom Granatoid und Leucitoid, in jüngster Zeit bis zur Grösse von drei Linien vorgekommen, einzeln und zu mehreren zusammengewachsen. Starker Glas- bis Diamant-

<sup>1)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 115, 116 u. 120.

glanz. Durchscheinend bei stark einfallendem Lichte, sonst undurchsichtig. Schwarz; auch mit einem Stich in's braune. Auf Gängen und Klüften des derben Granats und des damit verbundenen Chloritschiefers.“

Von den nun vorliegenden Stufen zeigt ein Theil dunkelbraune Dodekaëder, welche durch lebhaften Glanz ausgezeichnet sind. Bemerkenswerth ist eine brachydiagonale Streifung der Dodekaëderflächen durch oscillatorische Combination mit dem Würfel oder einem Tetrakishexaëder, obgleich Flächen dieser Formen nicht zu beobachten waren. Als nähere Fundstelle dieser Varietät, welche von krystallisiertem Chlorit (Ripidolith) begleitet wird, ist der sogenannte Ochsner zu bezeichnen.

Auf das andere zu besprechende Granatvorkommen beziehen sich offenbar die Worte von Liebener und Vorhauser<sup>1)</sup>: „Am Rothenkopf in der Alpe Schwarzenstein ist der Granat in grösseren hellrothen, in's weingelbe spielenden Krystallen mit Thulit gefunden worden.“ Die Krystalle finden sich zusammengewachsen in Höhlungen derben Granats, der Klüfte des Chloritschiefers erfüllt. Stellenweise werden die Granaten von farblosem, derbem Quarz überdeckt. In deren Begleitung erscheint eine schmutzig graubraune, als Thulit bezeichnete Epidotvarietät in strahligen, verwachsenen Säulen, womit auch die Angaben über das Vorkommen dieses Minerals von Liebener und Vorhauser übereinstimmen.<sup>2)</sup> Unter dem Mikroskope beobachtete ich an diesen Säulen starkes Relief, Längsspalten und Querbrüche, sowie äusserst lebhafte chromatische Polarisation und in jeder Lage gerade Auslöschung, wodurch ihre Epidotnatur hinlänglich bestimmt ist.

Ueber die Krystallform der Granaten von 1—2 Centimeter Durchmesser fehlt irgendwelche Mittheilung, nachdem auch die von Groth<sup>3)</sup> als „grosse, roth gefärbte, auf Diopsid aufgewachsene Hessonite“ beschriebenen ähnlichen Krystalle vom Rothenkopf schon aus epigenetischen Gründen mit unseren nicht identificirt werden können. An den von mir untersuchten Granaten ist nun das Dodekaëder (110)  $\infty$  O nur untergeordnet, während die fast im Gleichgewichte, jedoch mit ungleichmässigen Flächen entwickelten (211) 202 und

<sup>1)</sup> Nachtrag zu den Mineralien Tirols. Innsbruck 1866, pag. 18.

<sup>2)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 86.

<sup>3)</sup> Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. 1878, pag. 207.

(321)  $30\frac{3}{2}$  vorherrschen. Alle Flächen glänzen lebhaft, die von (110) sind spiegelglatt, die von (211) und (321) hingegen nach ihren Combinationsecken fein gestreift.

Zum Nachweise der angegebenen Combination dienten bei der Grösse der Krystalle Messungen mit dem Anlegegoniometer und besser noch mittelst kleiner Papierwinkel.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
(110) $\infty O$	211:110 = $30^\circ$	$30^\circ 0'$
(221) 202	321:110 = $19^\circ$	$19^\circ 6'$
(321) $30\frac{3}{2}$	321:211 = $11^\circ$	$10^\circ 54'$

### III. Ueber Grossularkrystalle von Monzoni.

Bekannt ist das Vorkommen krystallisirten Grossulars alle Selle des Monzonigebirges in Südtirol. Liebener und Vorhauser<sup>1)</sup> gedenken desselben mit den Worten: „Glatte Krystalle in der Leucitoëdergestalt höchstens vier Linien gross in- und übereinandergewachsen; auch krystallinische Massen und derb. Licht spargelgrün in's Gelbe und Weisse. Fettglanz; auch matt. Durchscheinend an den Kanten. In den Drusenräumen der homogenen Masse, welche einen Gang an den Berührungsgrenzen des krystallinischen Kalkes und des Syenites bildet, in Begleitung von Kalkspath.“

In neuester Zeit nun wurde unterhalb dem See von le Selle ein verwitterter Block mit prächtigen Grossularkrystallen aufgefunden, welche durch ihre bedeutende Grösse von 5 Centimeter Durchmesser die bisherigen Funde übertreffen dürften. Zu der vorwaltenden Form des Ikositetraëders (211) 202 gesellen sich kleine Rhomben des Dodekaëders (110)  $\infty O$ . Sämmtliche Flächen sind glänzend und eben, indessen nicht stetig, sondern mit regellosen Vertiefungen versehen und hier und da von silberweissen Glimmerschuppen bedeckt.

Einen bemerkenswerthen Einblick in die Structur des Innern gewähren die Bruchflächen der Krystalle, indem sie einen zonalen Aufbau aus concentrischen, bald dickeren, bald dünneren Schalen von Granat und bläulichem Kalkspath verrathen. Auffallend ist die Verschiedenheit der Farbe der Granatsubstanz, denn der Krystallkern ist nicht grün wie der Rand, sondern schön rothbraun und besteht somit nicht mehr aus Grossular.

<sup>1)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852. pag. 118.

Von Krystallformen des Monzoni-Grossulars erwähnen Lieben er und Vorhauser, wie bereits oben bemerkt, nur die Leucitoëdergestalt, ebenso spricht von Zepharovich lediglich nur von kleinen 202<sup>1)</sup>, während Groth ausser (112) auch die Combination (112). (110) beschreibt.<sup>2)</sup>

Die zahlreichen Grossularstufen in den Sammlungen der Fassaner Krystallgräber luden ein, nach anderen Flächen zu forschen, welche ich denn auch an einem in weisslichem grobkörnigen Calcit eingewachsenen, hellgrünen Krystall von 1·5 Centimeter Durchmesser entdeckte. Derselbe zeigt wieder vorherrschend (211) 202, untergeordnet (110)  $\infty O$ ; letztere Flächen sind, bis auf matte Vertiefungen, glänzend und glatt, die von (211) übrigens makrodiagonal gestreift. Die Combinationen beider werden nun abgestumpft durch schmale, gleichwohl deutliche und glänzende Flächen eines Tetrakisdoekaeders ( $h.h-l.l$ )  $4O_{\frac{4}{3}}$ . Zur Bestimmung des Zeichens genügte eine mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführte Winkelmessung, welche das Symbol (431)  $4O_{\frac{4}{3}}$  ergab. Diese Form gehört zu den selteneren des Granats. Sie wurde nach Bauer<sup>3)</sup> zuerst an braunen Krystallen von Oravicza beobachtet. Genannter wies sie am schwarzbraunen Granat von Vallée de St. Nicolo am Monte Rosa nach, in Combination mit (321). Derselbe Autor erwähnt (431) noch von Pfunders und Cziklova, von wo auch Groth (l. c.) braune Doekaeders mit der Kantenzuschärfung (134) beschreibt. Neuerdings wurde (431) von E. Scacchi am Granat von Tiriolo in Calabrien gefunden.<sup>4)</sup> Angeführt wird (431) zwar auch von v. Kokscharow<sup>5)</sup> am Grossular von Wilui, doch stellt Bauer dieses Auftreten als fraglich hin und vermuthet eine Verwechslung mit (321). Es wäre demnach der Achtundvierzigflächner (431)  $4O_{\frac{4}{3}}$  nicht nur für den Grossular von le Selle dei Monzoni, sondern für den Grossular überhaupt neu.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
(211) 202	211:110 = 30° 5'	30° 0'
(110) $\infty O$	431:110 = 13° 46'	13° 54'
(431) $4O_{\frac{4}{3}}$	431:211 = 16° 11'	16° 6'

<sup>1)</sup> Mineralog. Lexikon f. d. Kaiserthum Oesterreich. I, pag. 183.

<sup>2)</sup> Die Mineraliensammlung d. Universität Strassburg. 1878, pag. 207.

<sup>3)</sup> Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1874, XXVI, pag. 134—137.

<sup>4)</sup> R. Acc. dei Lincei. Rendic. 1886, II, 1. Sem., pag. 182.

<sup>5)</sup> Materialien zur Mineralogie Russlands. III, pag. 13, 29.

#### IV. Zusammensetzung des „Paragonits“ vom Greiner.

Das alte als Matrix prächtiger Aktinolithsäulen wohl in keiner Sammlung fehlende Vorkommen schildern Liebener und Vorhauser<sup>1)</sup> mit den Worten: „Paragonit, Zillerthal am Greiner und am Talkenkopf. Derb, zartschuppig, Perlmutterglanz, schimmernd; gelblich-, graulich- und röthlichweiss. An den Kanten durchscheinend. Fett anzufühlen.  $H. = 2-2.5$ .  $G. = 2.787$ . Bildet die Grundmasse, worin der Strahlstein eingewachsen ist.“ Eben diese Charakteristik wurde dann von v. Zepharovich in das mineralogische Lexikon aufgenommen.<sup>2)</sup> Aus diesen Quellen hat nun die Angabe über das Auftreten von Paragonit am Greiner in unsere gebräuchlichsten mineralogischen Lehrbücher<sup>3)</sup> Eingang gefunden.

Die bei der Vergleichung mit dem Paragonit von Monte Campione bei Faido (Tessin) namentlich durch die geringere Härte 1 und das fettige Gefühl des Minerals vom Greiner sich äussernde Verschiedenheit hatte mir schon lange Zweifel an der Paragonitnatur erweckt, welche durch Begehung der Lagerstätte am Greiner wieder aufgefrischt und gekräftigt wurden, so dass ich mich jüngst entschloss, die Frage durch chemische Analyse zu entscheiden.

Hat man den classischen Greiner nach ausdauerndem mühsamen Marsche erstiegen, so erblickt man in der nun nicht mehr so schroff abfallenden Runse zahnartig aufragende weissliche Felsklippen. Sie bestehen aus den bekannten schönen Talkschiefern und enthalten hier zahlreiche, gut entwickelte gelbbraune Grundrhomboëder von Breunnerit. Dem Talkschiefer eingeschaltet sehen wir dann eine Linse von dunklem, graugrünem Chloritschiefer, in welchem wieder Breunnerit rhomboëder und grössere oft sechsseitige Blättchen von Talk porphyrisch ausgeschieden sind. Gleich oberhalb erhebt sich noch ein weisser Felsenkopf, dessen Gesteinsmasse in unmittelbarem Zusammenhange mit dem unteren Talkschiefer als Fortsetzung desselben erscheint. Darin erblickt man nun an Stelle von Breunnerit die hübschen Säulen von Aktinolith lagenweise eingewachsen und im oberen Theil des Felsens wieder verschwindend.

<sup>1)</sup> Mineralien Tirols. 1852, pag. 199.

<sup>2)</sup> Mineralog. Lexikon. I, 309 und II, 235.

<sup>3)</sup> Elemente der Mineralogie von Naumann, 12. Aufl. von Zirkel, pag. 625 — Lehrbuch der Mineralogie von Tschermak. 2. Aufl., pag. 514.

Das Auftreten des Talkes am Greiner haben Liebener und Vorhauser bereits richtig dargestellt<sup>1)</sup>, ebenso das des Breunnerits<sup>2)</sup>, wobei jedoch die Beschränkung des Vorkommens „im Talke, anstatt des Chloritschiefers“ aufzuheben wäre.

Um mich rasch von der Richtigkeit der betreffenden Angaben zu überzeugen, wurden die daselbst gesammelten Proben einer qualitativen Analyse unterzogen. Dabei ergab sich, dass die Krystalle der rhomboëdrischen Carbonate, sowohl aus dem Talke als Chloritschiefer reichlich zierliche Magneteisen - Oktaëderchen einschliessen, welche ausserdem in der Talk- und Chloritmasse enthalten sind. Die Analyse zeigte in beiden Fällen vorwaltenden Magnesiagehalt, viel Eisen und wenig Kalk, wodurch die Breunneritnatur constatirt wird.

Der graugrüne Schiefer, welcher die weissen Talktäfelchen beherbergt, wurde mittelst Salzsäure zersetzt und gab eine Lösung, in der ausser viel Thonerde und Eisen nicht wenig Magnesia bestimmt werden konnte. Daraus folgt aber die Zugehörigkeit zum Chlorit.

Die nächste Untersuchung galt nun den Einsprenglingen dieses Chloritschiefers. Da dieselben der Salzsäure widerstanden, so wurden sie mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen. Im Filtrat der Kieselsäure fanden sich neben etwas Eisen nur beträchtliche Mengen von Magnesia; die betreffenden Blättchen sind also in der That Talk.

Schliesslich kam auch der zweifelhafte Paragonit an die Reihe. Nachdem die qualitative Prüfung meine Bedenken und Vermuthungen in überraschender Weise bestätigt, schritt ich gleich zur quantitativen Analyse. Für diesen Zweck wurden vorerst die eingewachsenen Strahlsteinsäulchen mit Hilfe der Lupe möglichst ausgesucht, worauf die mikroskopische Untersuchung des Pulvers nur noch eine geringe Beimengung von Magneteisen offenbarte; dieses konnte am vollkommensten mittelst kalter Salzsäure, welche das zu analysirende Mineral nicht angreift, entfernt werden. Ein Theil der so gereinigten Probe wurde nun mit Natronkalicarbonat aufgeschlossen und die Lösung der Schmelze bis zur Trocknis eingedampft. Im Filtrate von der Kieselsäure, welche mit Flusssäure auf ihre Reinheit untersucht ward, gab Ammoniak einen geringen Niederschlag von Eisenoxydhydrat, dessen dunkel rothbraune Farbe schon die Reinheit,

<sup>1)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 272.

<sup>2)</sup> a. a. O. pag. 275.



beziehungsweise Abwesenheit von Thonerde oder Titansäure andeutete, welche auch durch die übliche analytische Behandlung nicht nachzuweisen waren. Der Eisenniederschlag war zur Zerstörung einer Magnesiaverbindung bei Gegenwart von Salmiak bis zum Verschwinden des freien Ammoniaks gekocht worden. Während im Filtrat oxalsaures Ammoniak keine Trübung von Kalk erzeugte, fiel auf Zusatz von phosphorsaurem Natron und Ammoniak reichlich Magnesia aus. Eine zweite Probe wurde zur Bestimmung von Eisenoxydul unter einem Kohlensäurestrom mittelst verdünnter Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure zersetzt und die Lösung mit Chamäleon titirt. Hierbei stellte sich heraus, dass das Eisen nur als Oxydul vorhanden ist. In einem dritten Antheil endlich ermittelte ich den Wassergehalt, indem ich das Glühen im Hempel'schen Ofen so lange fortsetzte, bis kein Gewichtsverlust mehr eintrat; nach dem Glühen zeigte sich das an sich silberweisse Pulver etwas gebräunt, offenbar in Folge der Oxydation des Eisenoxyduls, weshalb auch die damit verbundene Gewichtszunahme bei der Bestimmung des Wassergehaltes in Rechnung gezogen wurde.

Sohin ist das Ergebnis der Analyse folgendes:

	Gefunden	Berechnet nach $H, Mg, Si, O_2$
Kieselsäure . . .	62.24	63.52
Magnesia . . .	30.22	31.72
Eisenoxydul . . .	2.66	—
Wasser . . .	4.97	4.76
	<hr/> 100.09	<hr/> 100.00

Wie man sieht, ist das analysirte Mineral ausgezeichnet einerseits durch Mangel von Thonerde und Alkalien, andererseits durch Reichthum an Magnesia und einen nicht unbedeutenden Wassergehalt. Berücksichtigen wir aber noch die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit der idealen Zusammensetzung des Talkes, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der vermeintliche Paragonit vom Greiner, die Grundmasse der Aktinolithen, normaler Talk ist.

#### V. Ueber eine neue Pseudomorphose von Fassait.

Von Pseudomorphosen des Fassaits wurden bis heute zwei Fälle bekannt, nämlich die Pseudomorphose nach Idokras aus

Cziklova durch E. Döll<sup>1)</sup> und die merkwürdige Pseudomorphose nach Monticellit vom Monzonigebirge, welche bereits Lieben<sup>2)</sup> und Vorhauer beschrieben<sup>3)</sup>, allein erst G. vom Rath richtig erkannte.<sup>3)</sup> Heute kann ich über eine neue Pseudomorphose des Fassaits von Monzoni und von der Malgola bei Predazzo berichten. Erstere entdeckte ich in Begleitung der im III. Abschnitt erwähnten grossen Grossularkrystalle von le Selle. Sie erscheint entweder frei oder eingewachsen in bläulichem Calcit neben und auf den Granaten in Gestalt rechtwinkliger Parallelepipede oder tafelig bis säulig verzerrter Würfel von 2—3 Centimeter Seitenlänge. Diese bestehen nun, wie leicht zu erkennen ist, aus regellosen Anhäufungen glänzender, frischer Kryställchen von Fassait, deren selten mit bläulichem Kalkspath erfüllte Zwischenräume meistens leer sind und so ein poröses Gefüge der Würfelmasse bedingen. In ihr sieht man hier und da auch weisse Glimmerhäutchen. Die kleinen Fassaite zeigen die gewöhnliche Krystallausbildung mit den Flächen *M*, *o*, *u*, u. s. w. Ihre Grösse schwankt zwischen 1 und 5 Millimeter. Um die Fassaitnatur auch auf chemischem Wege zu bestätigen, führte ich eine quantitative Analyse aus, für welche die feingepulverte Substanz der Pseudomorphosen zuerst mit kalter Salzsäure versetzt wurde, um kleine Verunreinigungen von Calcit und Magnetit zu beseitigen. In der salzsauren Lösung fanden sich denn auch Eisen und Kalk. Nach dieser Behandlung erschien das Pulver mikroskopisch betrachtet völlig rein und unangegriffen, unter den mit lebhaften Polarisationsfarben ausgestatteten Körnchen waren zahlreiche mit Längsspalten versehen, welche die bezeichnende grosse Auslöschungsschiefe von Pyroxen erkennen liessen.

Es wurde nun eine Probe mit Kalinatroncarbonat aufgeschlossen, die Lösung der Schmelze zur Trocknis eingedampft und nach Wiederaufnahme mit Salzsäure und Wasser die Kieselsäure bestimmt, sowie noch mit Flusssäure auf ihre Reinheit geprüft. Der ammoniakalische Niederschlag in deren Filtrat war voluminös hellbräunlich. Er wurde zur Scheidung von Thonerde und Eisen in Salzsäure gelöst, hierauf nach Zusatz von Weinsäure mit Ammoniak versetzt und

<sup>1)</sup> Diese Mittheilungen. 1874, pag. 85.

<sup>2)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 241.

<sup>3)</sup> Der Monzoni. Bonn 1875, pag. 39 oder Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875, XXVII, 390.

mit Schwefelammonium gefällt; um aber zugleich die Trennung etwa vorhandener Titansäure zu erzielen, löste ich diesen Niederschlag zur Reduction des Eisenoxyds durch Schwefelwasserstoff in Salzsäure, worauf mit Ammoniak reines Schwefeleisen ausfiel. Letzteres, in Königswasser oxydirt und mittelst Ammoniak gefällt, gab dunkel rothbraunes Eisenoxydhydrat. Der Eindampfungs- und Glührückstand des weinsauren Filtrates kam in einer Kalibisulfatschmelze zur Lösung. Beim Kochen der verdünnten Schmelzelösung fiel keine Titansäure aus. Schliesslich gab Ammoniak den leichten durchscheinenden Niederschlag von reiner Thonerde. Im Filtrat von den Sesquioxiden erzeugte oxalsaures Ammoniak eine reichliche Kalkfällung, worauf mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak Magnesia ausfiel.

In einer anderen Probe ermittelte ich den Glühverlust im Hempel'schen Ofen. Zur Bestimmung eines Eisenoxydulgehaltes geschah der Aufschluss mittelst Schwefel- und Flusssäure unter einem Kohlensäurestrom und die Titration mit übermangansaurem Kali.

Das Ergebnis der Analyse lässt sofort die Zusammensetzung eines Fassaits erkennen, der aber im Vergleich zu den von Doelter<sup>1)</sup> analysirten Vorkommnissen mehr Thonerde und Kalk, dafür weniger Magnesia enthält.

Kieselsäure . . . . .	44·22
Thonerde . . . . .	12·37
Eisenoxyd . . . . .	3·83
Eisenoxydul . . . . .	1·14
Kalkerde . . . . .	27·31
Magnesia . . . . .	11·26
Glühverlust . . . . .	0·73
	<hr/>
	100·86

Nachdem wir nun die Zusammensetzung der Pseudomorphosen aus Fassaitkryställchen nachgewiesen, erhebt sich die Frage nach dem formgebenden Mineral, dessen Substanz spurlos verschwunden ist. Alle Formverhältnisse der Pseudomorphosen erinnern auf den ersten Blick an ein ebenfalls in Calcit eingewachsenes, sowie mit Grossular und Fassait vergesellschaftetes Contact-Mineral;

<sup>1)</sup> Diese Mittheilungen. 1877, pag. 65 und 279. Auch Rammelsberg's Ergänzungsheft zur Mineralchemie. 1886, pag. 27.

es ist dies der Gehlenit, welcher bekanntlich auch alle Selle des Monzoniegebirges auftritt, wo sich eine Lagerstätte des Grossulars befindet, von dem Liebener und Vorhauser bemerken: „Das Vorkommen ist ganz in der Nähe des Gehlenites.“<sup>1)</sup>

Noch überzeugender für die Ableitung der würfelartigen Gestalt vom Gehlenit ist das Vorkommen derselben Pseudomorphose von der Malgola bei Predazzo. Ich besitze davon eine Stufe, bei welcher auf einem Gemenge von Kalkspath und Fassait, neben grösseren 1—2 Centimeter langen Fassaitkrystallen von gewöhnlicher Ausbildung, sich aus kleineren, 1—3 Millimeter langen Fassaitkryställchen aufgebaute Würfelformen von 1 Cubikcentimeter erheben. Bei näherer Betrachtung bemerkt man alsbald, dass vier in einer Zone liegende Würfelkanten nicht wie die übrigen acht ziemlich scharf rechtwinkelig, sondern stumpfer, fast gerundet, und die zugehörigen vier Würfelflächen nicht eben, sondern bogig oder durch eine sehr stumpfe Kante gleichsam gebrochen erscheinen. Diese Entwicklung verräth entschieden tetragonale Symmetrie und wird offenbar bedingt durch ditetragonale und Deuteroprismen, welche ich an frischen Gehlenitkrystallen ganz ebenso mit dem Protoprisma combinirt fand.

Um eine Vorstellung über die Vorgänge bei der Entstehung dieser Pseudomorphosen von Fassait nach Gehlenit zu gewinnen, folgen zur Vergleichung mit der obigen Analyse des Fassaits noch zwei Analysen des Gehlenits von Monzoni:

	Rammelsberg <sup>2)</sup>	Damour <sup>3)</sup>
Kieselsäure . . . .	29·78	31·60
Thonerde . . . .	22·02	19·80
Eisenoxyd . . . .	3·22	5·97
Eisenoxydul . . . .	1·82	—
Kalk . . . . .	37·90	38·11
Magnesia . . . .	3·88	2·53
Wasser . . . . .	1·28	1·53
	<hr/> 99·90 <sup>4)</sup>	<hr/> 99·54

<sup>1)</sup> Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 118.

<sup>2)</sup> Handbuch der Mineralchemie. 1875, II, 604.

<sup>3)</sup> Annalen der Chemie und Pharm. (3) X, 66.

<sup>4)</sup> Nicht = 100·00 wie a. a. O. steht.

Daraus ersieht man, dass die Bestandtheile des Gehlenits auch die des Fassaits sind, mithin bei der Umwandlung, welche wohl als eine Wirkung der Contactmetamorphose aufzufassen ist, sich nur die Mengenverhältnisse ändern mussten, indem der Gehalt an Kieselsäure und Magnesia erhöht, beziehungsweise der Thonerde- und Kalkgehalt erniedert wurde. Aus dieser Abkunft unseres Fassaits erklärt sich leicht sein Mehrgehalt an Thonerde und Kalk, sowie der geringere Magnesiagehalt.

#### VI. Pseudomorphose von Grossular nach Gehlenit.

Während Pseudomorphosen nach Granat keineswegs zu den seltenen Erscheinungen zählen, kennt man den Granat in fremder Gestalt noch gar nicht; denn auch die von Tschermak beobachteten hohlen Idokraskrystalle von Slatoust und Achmatowsk<sup>1)</sup> enthalten neben Granat Klinochlor und Diopsid, sind also keine eigentlichen Pseudomorphosen von Granat.

Um so überraschender war mir die Entdeckung einer Stufe vom Monzonigebirge, auf welcher mehrere ineinander gewachsene tafelige oder prismatische Würfel von 5—25 Millimeter Kantenlänge sichtbar sind. Die Uebereinstimmung der Form erinnert sehr an die eben beschriebene Pseudomorphose nach Gehlenit von le Selle, doch tritt bei aufmerksamer Betrachtung sogleich eine grosse Verschiedenheit hervor bezüglich der die Würfel zusammensetzenden Elemente; denn an Stelle der Fassaitkryställchen erblickt man ein regelloses Aggregat dicht aneinander gefügter glänzender Granatkryställchen von 0.5—2.5 Millimeter Durchmesser, welche nach ihrer blassgrünen Farbe und Flächenentwicklung mit vorwaltendem (211)202 und untergeordnetem (110)∞0 dem Grossular anzugehören schienen.

Zur sicheren Entscheidung über die Natur der Pseudomorphosen analysirte ich dieselben quantitativ. Da das Pulver magnetisches Erz und Calcit enthielt, wurde es vorerst mittelst kalter Salzsäure gereinigt, welche die übrige Substanz nicht angriff. Der Gang der Analyse entspricht genau dem im V. Abschnitt beschriebenen.

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. k. k. Akademie Wien XLIX, 19.

Kieselsäure . . . . .	39·64
Thonerde . . . . .	16·47
Eisenoxyd . . . . .	4·62
Eisenoxydul . . . . .	1·13
Kalkerde . . . . .	31·52
Magnesia . . . . .	5·72
Glühverlust . . . . .	1·04
	<hr/>
	100·14

Die gefundenen Werthe entsprechen der Zusammensetzung von Kalk-Thonerdegranat mit untergeordnetem Magnesia-Eisengranat, und ein Vergleich mit der ähnlichen Analyse des Grossulars von Wilui bestätigt, dass die Kryställchen, aus denen die würfeligen Formen bestehen, Grossular sind.

Grossular von Wilui nach Karsten (bei Rammelsberg, l. c. 478):

Kieselsäure . . . . .	38·25
Thonerde . . . . .	19·35
Eisenoxyd . . . . .	7·33
Manganoxydul . . . . .	0·50
Kalk . . . . .	31·75
Magnesia . . . . .	2·40
	<hr/>
	99·58

Die neue Pseudomorphose von Granat nach Gehlenit ist gleich jener von Fassait nach Gehlenit das Ergebnis contact-metamorphischer Einflüsse, nur bedurfte es hier noch geringerer Aenderungen des ursprünglichen Mineralbestandes, indem, wie eine Vergleichung der Constitution von Gehlenit und der Pseudomorphose lehrt, die Zufuhr von etwas Kieselsäure und Magnesia für die Umwandlung des Gehlenites in Grossular genügte.

Karlsruhe, Mineralogisches Laboratorium des Polytechnikums, Februar 1887.

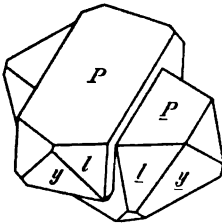
#### Berichtigung:

Auf pag. 400, Zeile 5 von oben, lies: eines anstatt einer.									
"	"	401,	"	13	"	"	"	$\frac{2P2}{4}$	" $\frac{2P2}{2}$
"	"	402,	"	15	"	unten,	"	zweierlei anstatt zwei.	
"	"	404,	"	9	"	oben,	"	(211) anstatt (221).	

## XV. Notiz.

### Zwillingsartige Verwachsung von Orthoklas.

In dem Granitporphyr am Fusse des Koppensteins bei Gängerhäuseln unweit Petschau in Böhmen finden sich Orthoklaskrystalle, welche scharfe Formen und ziemlich ebene Flächen zeigen und im Habitus den Krystallen von Manebach nahekommen, indem sie nach der Kante  $PM$  gestreckt erscheinen und häufig Zwillinge nach den gewöhnlichen drei Gesetzen bilden.<sup>1)</sup>



Ein Exemplar von diesem Fundorte, welches mir Herr Prof. P. Anselm Pfeiffer freundlichst zur Untersuchung überliess und welches der Sammlung des Stiftes Kremsmünster gehört, bietet eine regelmässige Verwachsung dar, welche bemerkenswerth ist. Zwei Krystalle sind mit einander so verbunden, dass ihre Endflächen  $P = 001$  parallel erscheinen und gleichzeitig die Fläche  $l = 110$  des einen Krystalls und eine Fläche  $l = \bar{1}\bar{1}0$  des anderen in dieselbe Ebene fallen.

Beide Krystalle haben also die Zone  $Pl = [001 : 110]$  gemeinschaftlich. Obwohl die Flächen matt sind, so ist doch die angegebene Uebereinstimmung ziemlich sicher. Wenn diese Verwachsung auch an anderen Exemplaren sich finden sollte, so wäre dieselbe nicht mehr als eine zufällige Erscheinung zu betrachten. Sie würde vielmehr als Zwillingungsverwachsung ein Gesetz verwirklichen, das, wie mir scheint, am Orthoklas bisher nicht aufgefunden worden. Nach diesem wäre die Zwillingsebene senkrecht zur Kante  $Pl$  und demnach die Zwillingssaxe dieser Kante parallel. Die beiden Krystalle wären bei paralleler Lage ihrer  $P$ -Flächen in einer um  $66^\circ 44'$  verschiedenen Stellung mit einander verbunden.

Tschermak.

## Literatur.

- Beckenkamp J.: Die Elasticitätscoefficienten des Chromalauns und Eisenalauns. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4 und 5, 1887.  
Becker G. F.: Natural solutions of Cinnabar, Gold and associated sulphides. — Am. Journ. Sci. XXXIII, 1887.  
Brügelmann G.: Ueber Krystallisation und über physikalische Bindung. Entgegnung auf die Artikel der Herrn C. Marignac und O. Lehmann. IV. Mitth. — Leipzig 1886.  
Bruhns W.: Der Porphyritzug von Wilsdruff-Potschappel. Mit I Taf. — Inaug.-Diss. (Leipzig). Berlin 1886.

<sup>1)</sup> Zepharovich, Mineralog. Lexikon f. Oesterreich. II, pag. 232.

- Bücking H.: Topas von San Louis Potosi und von Durango in Mexiko und ein Nachtrag dazu. Mit 4 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4, 5, 1867.
- Busatti L.: Sulla trachite della Tolfa. B. Lotti: Brevi considerazioni sulle trachiti della Tolfa. — Proc. verb. Soc. Tosc. Sci. nat., 1886.
- Derselbe: Fluorite dell' Isola del Giglio e minerali che l'accompagnano nel sur giacimento — Fluorite di Carrara. — Atti Soc. Tosc. Sci. nat.; Vol. VI, fasc. 1.
- Cathrein A.: Ueber Mineralien von Predazzo. — Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit. — Zwillingstreifung am Magnetit. Mit 3 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.
- Derselbe: Zur Gliederung des rothen Sandsteines in Nordosttirol. — Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1886.
- Derselbe: Ueber Augitporphyr von Pillersee. — Ebenda 1887, 3.
- Derselbe: Ueber den Proterobas von Leogang. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Derselbe: Beiträge zur Petrographie Tirols. (Staurolithglimmerschiefer — Granat-amphibolite — Pyroxenserpentine — Turmalingranit — Porphyrite — Pechsteinporphyre). M. 3 Fig. — Ebenda.
- v. Chrustschoff K.: Ueber einen eigenthümlichen accessorischen Gemengtheil d. Granitporphyrs von Beucha u. d. Phonoliths von Olbrück. Mit 2 Fig. — N. Jahrb. f. Min. II, 1886.
- Derselbe: Notice sur une péridotite provenant de la côte du détroit de Magellan. — Bull. Soc. franc. de Min. 1, T. IX, 1886.
- Derselbe: Note préliminaire sur la présence d'un nouveau minéral du groupe des spinellides dans le phonolithe d'Olbrück. — Ebenda 3.
- Derselbe: Note sur un nouveau minéral accessoire de la roche de Beucha (près de Leipzig). Supplément à la note sur la péridotite de „Goose Bay“. — Ebenda.
- Derselbe: Notes pour servir à l'étude lithologique de la Volhynie. (I. part.) — Ebenda.
- Clarke F. W.: Researches on the Lithia Micas. I. Lepidolites of Maine. II. Iron-Lithia Micas of Cape Ann. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.
- Derselbe und J. S. Diller: Turquois from New-Mexico. — Ebenda.
- Cross Whitman: On the Occurrence of Topaz and Garnet in Lithophyses of Rhyolite. — Ebenda XXXI.
- Derselbe und L. G. Eakins: On Ptilolite, a new Mineral. — Ebenda XXXII.
- Dana E. S.: On the Brookite from Magnet Cove, Arkansas. Mit II Taf. — Ebenda.
- Derselbe: On the Crystallization of Gold. Mit 8 Fig. — Ebenda.
- Derselbe: An account of the progress in Mineralogy in the year 1885. — Smithsonian Report for 1885. Washington 1886.
- Des Cloizeaux A.: Note sur quelques formes nouvelles observées sur des cristaux de Topaze de Durango, Mexique. — Note sur la forme rhombique de la Descloizite. — Note sur la véritable valeur de l'indice moyen de la Herdérite de Stoneham. Mit 1 Fig. — Note supplémentaire sur la forme rhombique de la Descloizite. Mit I Taf. — Bull. Soc. franç. de Min. 4, IX, 1886.
- Derselbe: Note sur la phénacite de Colorado et de Framont. — Note sur la détermination des paramètres du gypse et sur les incidences des formes observées dans ce minéral. — Sur un minéral qui paraît offrir une forme dimorphe du rutile. Mit 1 Fig. u. I Taf. — Ebenda 5.



- Diller J. S.: Notes on Peridotit of Elliot Co., Kentucky. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.
- Derselbe: The latest Volcanic Eruption in Northern California and its peculiar Lava. — Ebenda XXXIII, 1887.
- Derselbe: Notes on the Geology of Northern California. — Bull. U. S. Geolog. Survey, 33, 1886.
- Durham J. and J. W. Judd: Volcanic Rocks of the North-east of Fife. Mit 2 Fig. u. I Taf. — Quat. Journ. geol. Soc. 1896.
- Egleston Th.: The cause and prevention of the decay of building stone. — Trans. Am. Soc. Civil Engineers. XV, 1886.
- Feist F.: Topas vom Ilmengebirge. Mit 2 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4, 5, 1897.
- v. Fouchon, H. B.: Ueber Porphyrite aus Tirol. M. 10. Fig. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 36. Bd. IV. H. 1886.
- Derselbe: Ueber neu eingelangte Minerale (Calcit — Langit — Cronstedtit). — Ebenda, Verhandlungen Nr. 17, 1886.
- Friedl W.: Zur Zusammensetzung des Stauroliths. — Inaug.-Diss. Erlangen 1885.
- Gehmacher A.: Die Krystallform des Pfitscher Zirkons. Mit I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.
- Derselbe: Goldsand mit Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan. — Ann. k. k. naturh. Hofmus. I, 1886.
- Goldschmidt V.: Krystallographische Projectionsbilder. — Berlin, J. Springer, 1887.
- v. Groddeck A.: Zur Kenntniss der Zinnerzlagerstätten des Mount Bischof in Tasmanien (Fortsetzg.). — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.
- Grubemann U.: Die Basalte des Hegau's. Eine petrograph. Studie. — Inaug. Dissert. Zürich, Frauenfeld 1886.
- v. Gümbel, K. W.: Geologie von Bayern. I. Th. Grundzüge der Geologie. 2. und 3. Lieferung. Cassel, Th. Fischer, 1885–1886.

Von diesem, gross und breit angelegten Werke, dessen 1. Lieferung in diesen Mittheilungen Bd. VII, pag. 90, besprochen wurde, ist 1885 die 2. und 1886 die 3. Lieferung erschienen, beide stattliche Grossoctavhefte mit zahlreichen Abbildungen.

Im Anschluss an den 2. Abschnitt (Petrographie) behandelt der 3. unter dem Titel Morphologie die Formverhältnisse der Gesteine und der Erdoberfläche. Absonderungs- und Verwitterungsformen, Schieferung, die verschiedenen Formen der Schichtung, der durchgreifenden Lagerung und der an diesen Verhältnissen zu beobachtenden Störungen (Faltung, Verwerfung etc.) werden in diesem Capitel geschildert, ausserdem noch die Oberflächenformen des Festlandes und des Meeresgrundes.

Im nächsten (4.) Abschnitt, Petrogenese betitelt, findet man die geologische Thätigkeit der Luft, des Wassers in seinen verschiedenen Formen, den vulcanischen Process, die Erdbeben behandelt. Ausführliche Betrachtungen sind den mannigfachen Processen des Metamorphismus gewidmet. Den Schluss bildet eine Besprechung der Mitwirkung des organischen Lebens am Aufbau der Erdrinde.

Sodann folgt im 5. Abschnitt eine gedrängte Darstellung der Paläontologie, welche ansserhalb des Rahmens dieser Zeitschrift fällt, ebenso wie der II. Theil des Werkes, welcher unter dem Titel *Geotektonik* das bringt, was man sonst als historische Geologie oder Stratigraphie zu bezeichnen pflegt. Becke.

- v. Gümbel: Geolog.-mineralog. Untersuchung des Meeres. Grundproben aus der Nordsee. (1886. Druckort Berlin, Mittler; n. Sohn.)
- Hague A. and Iddings J. P.: Volcanic Rocks of the Republic of Salvador, C. A. — *Am. Journ. Sc.* 1886, XXXII.
- Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie u. Paläontologie. 13. (Schluss-) Lieferung. — Breslau 1887, Trewendt.
- Hecht B.: Ueber Prismen, welche zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflexion dienen sollen. M. 1 Fig. — *N. Jahrb. f. Min.* 1886, II.
- Derselbe: Ueber die Bestimmung des Winkels d. opt. Axen an Platten, deren Normale nicht mit der Halbirungslinie des Winkels d. opt. Axen zusammenfällt. Mit 2 Fig. — *Ebenda.* 1887, I.
- Derselbe: Ueber die elliptische Polarisation im Quarz. M. 1 Fig. — *Ann. Phys. u. Chemie.* N. F. 1887, XXX.
- Herrmann D. and F. Rutley: On the Microscopic Characters of some Specimen of Devitrified Glass, with Notes on certain analogous Structures in Rocks. M. IV Taf. — *Proc. Roy. Soc.* 1885, Nr. 239.
- Hussak E.: Ein Beitrag zur Kenntnis der optischen Anomalien am Flussspath. M. I Taf. — *Zeitschr. f. Kryst.* 1887, XII, 6.
- Huth E.: Das periodische Gesetz der Atomgewichte u. d. natürliche System der Elemente. M. I farbig. Taf. — Frankfurt a. d. O. 1886, Waldmann.
- Iddings J. P.: The nature and origin of Lithophysae and the lamination of acid lavas. — *Am. Journ. Sc.* 1887, XXXIII.
- Irving R. D.: Origin of the Ferruginous Schists and Iron Ores of the Lake Superior region. — *Ebenda.* 1886, XXXII.
- Judd J. W.: On Marekanit and its Allies. M. 1 Fig. — *Geolog. Magazine.* Dec. III, 1886, Vol. III.
- Derselbe: On the Gabbros, Dolerites and Basalts of Tertiary Age, in Scotland and Ireland. M. IV Taf. — *Quart. Journ. Geol. Soc.* 1886.
- Katzer Fr.: Ueber schieferige Einlagen in den Kalken der Barrande'schen Etage Gg 1. — *Sitzber. k. böhm. Gesellsch. d. Wiss.* 1886.
- Köchlin R.: Ueber ein neues Euklas-Vorkommen aus den österreichischen Tauern. M. I Taf. — *Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseums.* 1886, I.
- Kotô B.: A note on Glaucothane. M. I Taf. — *Journ. College of Sc. Imper. Univ. Tokyo.* 1886, I.
- Krenner J. A.: Ueber den Tellurit von Facebaja. M. 1 Fig. — *Természetrájsi Füzetek (Mus. nation. hung.)* Budapest 1886, X.
- Derselbe: Sympleksit von Felső-Bánya. M. 1 Fig. — *Ebenda.*
- Lang H. O.: Beitr. z. Kenntnis der Eruptivgesteine des Christiania-Silurbeckens, unter Mitwirkg. d. Hrn. Paul Jannasch. — *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne.* 1886.
- Lehmann O.: Mikrophysikal. Untersuchungen. — *Zeitschr. f. Kryst.* 1887, XII, 4, 5.
- Derselbe: Ueber Krystallisation von Gemengen. M. 37 Fig. — *Zeitschr. f. physikal. Chemie.* 1887.

- Liebe K. Th. u. E. Zimmermann: Die jüngeren Eruptivgebilde im Südwesten Ostthüringens. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1885. Berlin 1886.
- Linck G.: Krystallograph. Untersuchungen (Borwolframsaures Cadmium). M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.
- Derselbe: Die Basalte des Elsass. — Ueber ein neues Vorkommen von Minette in Weiler b. Weissenburg. — Mitth. d. Commission f. d. geolog. Landesunters. v. Elsass-Lothringen. 1887, I.
- Liweh Th.: Cölestin v. Lüneburg. M. 6 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.
- Oebbeke K.: Ueber das Vorkommen des Glaukophan. — Ebenda. 1886, XII, 3.
- Penfield S. L.: Crystallized Vanadinite from Arizona and New-Mexiko. M. 4 Fig. — Am. Journ. Sc. 1896, XXXII.
- Derselbe: Phenacite from Colorado. M. 5 Fig. — Ebenda. 1887.
- Derselbe and D. N. Harper: On the chemical composition of Ralstonite. — Ebenda. 1886.
- Derselbe: Chemical Composition of Herderite and Beryll, with note on the precipitation of Aluminium and separation of Beryllium and Aluminium. — Ebenda.
- Derselbe and Sperry T. S.: On Pseudomorph. of Garnet from Lake Superior and Salida, Colorado. — Ebenda.
- Posewitz Th.: Die Zinninseln im Indischen Ocean. II. Das Zinnerzvorkommen u. d. Zinnengewinnung in Bangka. M. I Taf. — Jahrb. d. k. ung. geolog. Anstalt. 1886, VIII.
- vom Rath G.: Vorträge u. Mittheilungen (Vanadinit — Mimetesit — Pseudomorphosen — Caledonit — Molybdänglanz — Beryll — Monazit — Xenotim — Spodumen — Bunte Turmaline — Granitsphäroide v. Fonni — Silbererze v. Huanchaco — Gesteine v. Krakatau — Yellowstone Nat.-Park — Granatführ. Sanidingestein v. Niedermendig — Tridymit). — M. vielen Figuren. — Sitzber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1896.
- Reusch H.: Ueber den Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien niedergefallene Meteorsteine. M. VII Taf. Uebersetzt v. O. M. Herrmann. — N. Jahrb. f. Min. 1886, Beilage. Bd. IV.
- Riechelmann B.: Datolith v. d. Seisser Alpe. M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.
- Riedl E.: Littai. Montan-geognostische Skizze. M. V Taf. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1836, XXXVI.
- Rosenbusch H.: Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. 2. Auflage. Stuttgart 1887.
- Rutley Fr.: Notes on Alteration induced by Heat in certain Vitreous Rocks; based on the Experiments of Douglas Herrmann and G. F. Rodwell. M. III Taf. — Proceed. Royal Soc. 1886.
- Derselbe: The Igneous Rocks, etc., of the Neighbourhood of the Warwickshire Coalfield. — Geolog. Magazine. 1886, Dec. III, Vol. III, 12.
- Sandberger F.: Ueber die von der k. k. österr. Regierung veranlassten Untersuchungen an den Erzgängen von Pfibram in Böhmen. — Sitzber. Würzburger Phys.-med. Gesellschaft. 1896.
- Derselbe: Weite Verbreitung des Jods in Phosphoriten, des Lithions in Pailomelanen und Schalenblenden, Zinnstein und Anatas in Blenden, Zinnsulfür in solchen

- und in Fahlerzen. Krystallisirter Kaolin, Leuco-Granat und Asbeferrit v. Joachimsthal, Pyromorphit, sogenannter Bleigummi und Quarz (4R) v. Nievern in Nassau. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Derselbe: Bemerkungen über den Silbergehalt des Glimmers aus dem Gneisse von Schapbach und des Augits aus dem Diabase v. Andreasberg am Harze. — Ebenda.
- Scacchi A.: Sopra un frammento di antico roccia vulcanica inviluppato nella lava Vesuviana del 1872. — Atti R. Ac. d. Sc. fis. e mat. 1886.
- Derselbe: Le eruzioni polverose e filamentose dei vulcani. — Ebenda.
- Derselbe: I composti fluorici dei Vulcani del Lazio. — Ebenda, Rendiconti 1887.
- Scharizer R.: Ueb. d. Zwillingsbau d. Lepidolithes u. d. regelmässige Verwachsung verschied. Glimmerarten v. Schüttenhofen. M. 8 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1886, XII, 1.
- Derselbe: Der Monazit von Schüttenhofen. M. 2 Fig. — Ebenda. 3.
- Schmidt A.: Mittheilungen über ungarische Mineralvorkommen: 1. Hypersthen vom Berge Poklansz. 2. Grasgrüner Augit von Kremnitz. 3. Arsenkies, Turmalin, Calcit v. d. Zips; etc. 4. Arsenopyrit v. Klenócz. 5. Smithsonit u. Arsenopyrit v. Csetnek. M. I Taf. — Ebenda. 2.
- Schmidt C.: Mittheilungen aus dem mineralog. Institut der Univers. Strassburg. 1. Skolezit. M. 2 Fig. 2. Albit a. d. Sericitgestein v. Eppenhain (Tannus). 3. Mineralien d. Eisenoolithes a. d. Windgällen, Uri. — Ebenda. 1886, XI, 5, 6.
- Derselbe: Diabasporphyrite u. Melaphyre v. Nordabhänge d. Schweizer Alpen. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Schoetensack O.: Die Nephritoides des mineralogischen u. d. ethnographisch-prähistorischen Museums der Universität Freiburg im Breisgau. — Inaug.-Dissert. (Freiburg.) Berlin 1885.
- Schrauf A.: Die thermischen Constanten des Schwefels. M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.
- Seligmann G.: Phenakit a. d. Schweiz (2 Abhandlungen). — Naturhist. Verein f. d. Rheinland u. Westphalen.
- v. Siemiradzki J.: Ueber Anorthitgesteine von S. Thomas (Antillen). M. 2 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.
- Smith Walter B.: Notes on the Crystal Beds of Topaz Butte. — Am. Journ. Sc. 1887, XXXIII.
- Spezia G.: Sull' influenza della pressione nella formazione dell' anidrite. — Atti R. Acc. Sc. Torino 1886, XXI.
- Streng A.: Ueber die in den Graniten von Baveno vorkommenden Mineralien. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Svedmark E.: Gabbren på Rådmansö och angränsande trakter af Roslagen. M. V Taf. — Geol. Fören. Förhandl. VII, VIII.
- Teller F.: Die silurischen Ablagerungen der Ost-Karawanken. — Verhandlung. d. k. k. geolog. R.-A. 1886.
- Derselbe: Ein zinnerberführender Horizont in den Silurablagerungen der Karawanken. — Ebenda.
- Derselbe: Ueber porphyritische Eruptivgesteine aus den Tiroler Centralalpen. — Ebenda. Jahrbuch. 36 Bd, IV. H.

Toula F.: Mineralogische und petrographische Tabellen. Mit 18 Figuren. Prag, Tempsky 1886.

In dieser handlichen Form bietet der Verfasser, in erster Linie seinen Schülern, einen Lehrbehelf, welcher nicht nur das Studium der Mineralogie in der Sammlung erleichtern, sondern auch in vielen Fragen eine rasche Beantwortung gewähren wird, oder doch auf den einzuschlagenden Weg hinweist.

Der Stoff ist passend auf 12 Tabellen vertheilt, von denen manche dem Schüler ein eigenes Hilfsbuch zu ersetzen vermögen, wie z. B. die „Analytische Tabelle (VII) zur Bestimmung der Minerale mit Zuhilfenahme des Löthrohres“.

Die I. — krystallographische — Tabelle zeigt eine Nebeneinanderstellung der Bezeichnungsweisen der einfachsten Formen nach Weiss, Naumann und Miller für die sechs Krystallsysteme mit den hemiedrischen Abtheilungen. Tabelle II enthält die Reactionen der Elemente mit besonderer Berücksichtigung der mineral-chemischen Methoden, Tabelle III eine Zusammenstellung der mikrochemischen Reactionen; letztere Tabelle leidet unter dem Mangel der in diesem Falle nicht zu entbehrenden Abbildungen der Niederschläge. Tabelle IV gewährt einen guten Ueberblick über das Vorkommen der Elemente in den Mineralen.

Die wichtigste und umfangreichste Tabelle ist die V., Systematische Uebersicht der Minerale, nach Naumann-Zirkel angeordnet, an welche sich die VI. über das Vorkommen der Minerale anschliesst.

Tabelle VIII soll den Gang der Durchführung einer Gesteinsuntersuchung und der Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale im Felde und im Laboratorium zeigen, Tabelle IX im Anschlusse daran die Bestimmung des Krystallsystemes eines Gesteinsbestandtheiles im Dünnschliffe mit Hilfe des Polarisations-Mikroskopes.

Eine Uebersicht der Gesteine (X), ihrer chemischen Zusammensetzung in Mittelwerthen (XI) und eine Uebersicht der geologischen Formationen (XII) schliessen das Buch ab, welches in seinem reichen Inhalte viel auch für den Fachmann recht Brauchbares enthält.

H. Wichmann.

La Valle G.: Sul diopside di Val d'Ala. M. IV Taf. — Memorie Reale Acc. dei Lincei 1886.

Walther J.: Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Continente. M. III. Taf. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1886, XX.

Derselbe und Schirlitz P.: Studien zur Geologie des Golfes v. Neapel. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.

Websky M.: Ueber Caracolit u. Percylit. — Sitzber. k. preuss. Ak. d. Wiss. 1886.

Williams G. H.: The Gabbros and associated Hornblende Rocks occurring in the neighbourhood of Baltimore. M. IV Taf. — Bull. U. S. Geol. Survey. 1886, 28.

Derselbe: The Norites of the „Cortland Series“ on the Hudson River near Peekskill, N.-Y. 3 Fig. — Am. Journ. Sc. 1887, XXXIII.

Wollemann A.: Zur Kenntniss der Erzlagerstätte von Badenweiler und ihrer Nebengesteine. — Inaug.-Dissert. Würzburg 1887.

Wülfing E. A.: Untersuchung zweier Glimmer aus den Gneissen des Rheinwaldhorn-Massivs, Graubündten. — Ber. d. d. chem. Ges. 1886, XIX, 13.

# XVI. Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma.

Von Dr. A. Lagorio,

Professor an der Universität Warschau.

In dieser Arbeit sind die Resultate mehrjähriger Untersuchungen niedergelegt. Die fast vollkommene Unkenntnis der Natur und chemischen Zusammensetzung der Glasbasis eruptiver Gesteine veranlasste mich die Untersuchung derselben vorzunehmen. Daran knüpften sich Studien über die Ausscheidungsfolge der Minerale und deren bedingende Ursachen. Auch einige Experimente wurden ausgeführt. Dieselben sind im Abschnitt II geschildert.

Unter der Bezeichnung „Basis“ verstehe ich nach dem Vorgange Zirkel's<sup>1)</sup> den glasigen, nicht individualisirten Rest in einem Gesteine, resp. in seiner Grundmasse; unter „Grundmasse“, wie allgemein angenommen, diejenige Substanz, welche als mehr oder weniger grob- oder feinkörniger, auch hyaliner Teig, meist von gleichmässiger Beschaffenheit, die porphyrischen Gemengtheile umgibt und die für gewöhnlich aus späteren oder richtiger gesagt anderen Generationen von Ausscheidungen, oft im Verein mit einem glasigen Residuum der Krystallisation — der Basis — aufgebaut wird. Es ist klar, dass die Begriffe Basis und Grundmasse sich dort decken werden, wo nur porphyrische Gemengtheile und glasige Substanz das Gestein zusammensetzen. Mit „Magma“ soll in der Folge die ursprüngliche ganze

<sup>1)</sup> Mikroskopische Beschaffenheit der Miner. u. Gesteine. 1873, pag. 268.

Substanz eines Gesteins, abgesehen von etwaigen späteren Neubildungen und secundären Mineralen, bezeichnet werden und nicht etwa ein Theil desselben. Somit würde die Bezeichnung Magma dort anzuwenden sein, wo es sich hauptsächlich um die Kennzeichnung eines Gesteins als chemisches Individuum handelt, ohne specielle Einordnung in das petrographische System. Diese wird erst durch die Zerfallung des Magma in Molecularassociationen bedingt. Es ist wohl kaum nöthig, zu erwähnen, dass man von einem Magma nur bei geflossenen Gesteinen reden darf. Die Basis ist somit ein genetischer Begriff, der einen ursprünglich flüssigen, respective beweglichen Zustand bedingt. Es ist die erstarrte Mutterlauge, derjenige Theil des Magma, der am wenigsten Tendenz zeigt zu krystallisiren. Es ist einleuchtend, dass diese Definition der Basis eine Anwendung der Bezeichnung „Basis“ für irgend welche secundäre porodine Substanz, die häufig das täuschendste Aussehen eines Glases besitzt, z. B. die opalartige Substanz in Andesiten und Trachyten, und die Basis vertritt, vollständig ausschliesst. Es ist a priori anzunehmen, dass die Basis, der Glasrest, nicht nur eine von der Zusammensetzung der in ihr angeschossenen Krystalle abweichende chemische Constitution zeigt, sondern sich auch wesentlich von der Gesamtzusammensetzung des Gesteins unterscheidet. Bei einer identischen Constitution wäre es unbegreiflich, weshalb nicht das Ganze krystallinisch erstarrt sei, sondern ein Theil. Dass aber ganz minime Verschiebungen und Unterschiede den hyalinen und krystallinen Zustand bedingen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Untersuchungen über die Ausscheidungen in künstlichen Gläsern haben gezeigt, dass die sphärolithischen und krystallinen Ausscheidungen und der Glasrest stets einen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung aufweisen.<sup>1)</sup> Die gegentheilige Meinung entstand dadurch, dass einige der angeführten Autoren die Frage von einem anderen Standpunkte behandelt haben. Für sie handelte es sich darum, nachzuweisen, ob bei der Krystallisation des Ganzen eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung nicht im Magma, sondern des Magma, durch Verdampfung von Alkalien etc. entsteht. Das negative Resultat wurde dann auf die Ausscheidungen innerhalb des Glases übertragen. Sieht man aber die wenigen entsprechenden Analysen durch, so findet

<sup>1)</sup> cf. H. Benrath, Beiträge zur Chemie des Glases. Dorpat 1871. Dumas, Compt. rend. 1855, 40. Pelouze, Compt. rend. 1866, 64. Terreil, ibid. 1857, 47.

man durchgängig einen, wenn auch geringen Unterschied in der procentischen Zusammensetzung des Glasrestes und der Ausscheidungen. Und zwar findet in den übersauren künstlichen Gläsern eine Anreicherung von  $SiO_2$  in den Ausscheidungen statt. Eine Reihe von Versuchen, die ich angestellt habe und die an einem anderen Orte des Näheren besprochen werden sollen, zeigt, dass bei ganz homogenen, schwer schmelzbaren, also eisenarmen Hornblenden die Erstarrung im Momente des Schmelzens als Augitnadelaggregate vor sich geht. Bei nicht ganz homogener chemischer Zusammensetzung, beim Vorhandensein mikroskopischer Einschlüsse anderer Minerale, ist ein Zerfall des Magma in verschiedene Moleculargruppen zu erwarten, ebenso bei leicht schmelzbaren Verbindungen unter übrigens gleichen Bedingungen. Ein ganz reiner, weisser Hornblendeasbest von Susa verwandelte sich beim Schmelzen unmittelbar in ein Aggregat von schönen Augitkrystallen mit allen charakteristischen Eigenschaften, z. B. Spaltbarkeit des Pyroxens. Es ist nicht richtig, wenn man meint, dass ein Gestein, welches einen Glasrest enthält, vollständig krystallin und gleichmässig erstarrt wäre, wenn es längere Zeit in einem Zustande verharret hätte, der eine Beweglichkeit und ein Wandern der Molekel bedingt, denn es lassen sich nur zwei Möglichkeiten denken: entweder das Magma zerfällt gleichzeitig durch die ganze Masse hindurch in mehrere Moleculargruppen (Minerale), dann wird es gleichmässig krystallinisch durch die ganze Masse hindurch, dazu muss aber das ursprüngliche Magma ganz homogen sein, oder es entstehen successive Ausscheidungen von verschiedener chemischer Zusammensetzung, die unter den gegebenen Bedingungen immer schwieriger krystallisiren. Im letzteren Falle werden aber die Bedingungen zu allen möglichen Zerfällungen innerhalb des Magmas gegeben sein. Man kann den Satz aussprechen, dass bei successiver Ausscheidung der Minerale in einem Magma niemals der Fall eintreten wird, dass ein seiner Entstehung nach jüngeres Mineral dieselbe Zusammensetzung haben wird, wie ein vor ihm auskrystallisirtes, wenn es auch zu derselben isomorphen Mischungsreihe gehört. So wird ein porphyrisch ausgeschiedener Sanidin nie dieselbe Zusammensetzung haben, wie ein solcher in demselben Gestein, aber in der Grundmasse später gebildeter, ebenso verhält es sich mit den Plagioklasen



und den übrigen gesteinsbildenden Mineralen. Dieses erhellt auch schon a priori, soll aber in der Folge noch an der Hand der chemischen Analyse gezeigt werden. Kurz zusammengefasst: Es werden sich in einem Gestein niemals zwei verschiedenen Generationen angehörige, natürlich unveränderte Minerale nebeneinander finden, die gleiche chemische Zusammensetzung zeigen. Viel Verwirrung ist in die Frage über die chemischen Bedingungen bei der Ausscheidungsfolge der Gesteinsgemengtheile durch einseitige Betonung der entscheidenden Wichtigkeit des Verhältnisses der  $SiO_2$ , Sesqui- und Monoxyde, gebracht worden, wobei dann Alkalien und alkalische Erden zusammengezogen wurden. Kali und Natron verhalten sich sehr verschieden in Bezug auf den Aufbau krystallisirter Verbindungen, ebenso ist ihre chemische Affinität zu den alkalischen Erden  $CaO$  und  $MgO$  eine total verschiedene; daher lassen sie sich auch nicht zusammenfassen und den Sesquioxiden und der Kieselsäure gegenüberstellen. Es ist wahrscheinlicher, dass der Kampf der zuerst angeführten Basen untereinander beim Aufbau isomorpher Verbindungen, die zu krystallisirten Mineralen zusammentreten, das entscheidende Moment bei diesen Vorgängen im Magma ist. Die wichtige und verdienstvolle Untersuchung von Vogt<sup>1)</sup> hat in diese Frage zwar Licht, aber noch keineswegs volle Klarheit gebracht.

Rosenbusch<sup>2)</sup> stellte den Satz auf, die Ausscheidung der Minerale in einem Magma geschehe nach steigender Acidität, d. h. es schieden sich immer kieselsäurereichere Verbindungen zuletzt aus, die basischen krystallisirten zuerst.<sup>3)</sup> Ich würde es nicht wagen, die Meinung des verdienten Petrographen zu bekämpfen, wenn das von ihm aufgestellte Princip vom chemischen Standpunkte aus nicht doch bedenklich erscheinen würde. Uebrigens hat das Princip keine allgemeine Giltigkeit, wie denn auch Rosenbusch selbst die Diabase ausnimmt, in welchen der Feldspath vor den Augiten zur Ausscheidung gelangt ist. An die sauren künstlichen Gläser

<sup>1)</sup> Studier over slager. Meddland. f. Stockh. Högskola. N. 8. Bihangtill K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. IX, N. 1, 1884.

<sup>2)</sup> N. J. 1882, Bd. II, pag. 7.

<sup>3)</sup> Schon früher hat auf das Vorhandensein dieser Regelmässigkeit Höpfner in seiner werthvollen Arbeit über den Monte Tajumbina (N. J. 1881, II, p. 188) hingewiesen. In richtiger Erkenntnis hat er aber den Satz nicht so allgemein und streng gefasst, wie es Rosenbusch thut.

sei hier nochmals erinnert und dasselbe lässt sich bei den natürlichen constatiren, wie man weiter aus den Analysen ersehen wird. Der Satz kann nicht einmal den Werth einer empirischen Regel beanspruchen, denn es lassen sich eine grosse Anzahl von Ausnahmen anführen, die eine allgemeine Anwendung desselben nicht gestatten.

Es ist auch unerfindlich, was der grössere oder geringere Gehalt an Kieselsäure bei der Ausscheidung eines Gemengtheiles, d. h. beim Auskrystallisiren desselben aus einer jeweiligen, nach jeder Ausscheidung in der Zusammensetzung wechselnden Lösung bedeuten soll. Die Sache verhält sich nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheint. Es sind offenbar hier eine Menge von sehr subtilen chemischen und physikalischen Vorgängen thätig, welche zusammenwirkend und sich kreuzend zu verschiedenen Resultaten führen. Unter gleichen physikalischen Bedingungen sind lediglich Massen, wirkungen und die Affinität der Basen untereinander in zweiter Linie zur Kieselsäure, das Entscheidende.

In dieser Arbeit habe ich versucht diesen Satz näher zu begründen. Zu dem Zwecke sind von mir eine Reihe von Analysen der Gesteine und der Basis, sowie auch der Grundmasse und der Feldspathe ausgeführt worden, auch habe ich eine Reihe von Experimenten über Massenwirkungen unternommen, um die Beziehungen der Basen untereinander, die ja im Silicatmagma noch so wenig studirt sind, zu beleuchten. Es hat mir fern gelegen, Alles und Jedes erklären zu wollen; die Absicht war, einiges Material zu liefern, um ein exacteres Herantreten an diese so wichtigen Fragen anzubahnen. Dass ich es versucht habe, den Ergebnissen meiner Analysen und Experimente eine Deutung zu geben, wird man erklärlich finden. Die specielle Discussion der Resultate folgt bei der Besprechung der Analysen und am Schlusse der Arbeit im III. Abschnitt.

Es war schwer ein entsprechendes Material zu beschaffen. Man bedarf dazu einer vorläufigen Sichtung der Gesteine in Bezug auf einen etwaigen Gehalt an Basis, also einer mikroskopischen Untersuchung vieler Gesteinsproben. Obgleich nun die glasigen und glasartigen Gesteine aus vielen Gegenden bekannt und genau beschrieben sind, so fällt es doch bei dem steten Wechsel in dem gegenseitigen Quantitätsverhältnis der Gemengtheile eines Gesteins schwer, solche Handstücke aufzufinden, die eine glasige Basis in solchem Masse

enthalten, dass eine Trennung durch die bekannten Trennungsmethoden ermöglicht wäre. Dabei war es angezeigt, Gesteine von möglichst verschiedener mineralogischer und chemischer Zusammensetzung der Untersuchung zu unterziehen und ebenso eine Verschiedenheit der Fundorte anzustreben. Es wurden nur unzweifelhaft eruptive Gesteine, und zwar meist rein vulcanischen Ursprungs, berücksichtigt, mit einer einzigen Ausnahme. Die Untersuchungen beziehen sich daher nur auf unveränderte Gesteine, deren Eruption in die jüngsten geologischen Epochen und in die Gegenwart fällt. Die einschlägigen Fragen können auch nur an diesen mit Aussicht auf Erfolg studirt werden, weil sie Zerfällungen des Magma rein zur Darstellung bringen. Die älteren, auch wohl erhaltenen, sogenannten frischen Gesteine sind alle durchgängig alterirt, es muss dieses wenigstens a priori angenommen werden, daher eignen sie sich auch nicht zur Untersuchung der Fragen über die Spaltungen innerhalb des Magma, denn hier handelt es sich um genaue Feststellung der stöchiometrischen Verhältnisse der verschiedenen entstandenen Verbindungen untereinander und zum Ganzen; diese werden aber bereits in hohem Grade durch eine sehr geringfügige Veränderung (Verwitterung, Zersetzung, Umwandlung) verdeckt und alterirt. Wie tief und rasch solche Veränderungen vor sich gehen können und in wie hohem Grade die Gläser denselben unterworfen sind, beweisen die Versuche von Lemberg<sup>1)</sup>, welcher sie der Einwirkung verschiedener Lösungen und des destillirten Wassers unterwarf und dabei die tiefgehendsten Veränderungen in kürzester Zeit constatiren konnte. Die heutige Zusammensetzung der Bestandtheile der Gesteine älterer geologischer Epochen ist das Resultat einer doppelten Reihe von Processen, von denen die einen, analog denjenigen in den jüngeren Gesteinen den Zerfall des Magma in bestimmte Verbindungen veranlassten, während die anderen diese letzteren stetig zu verändern bestrebt waren. Das Resultat ist demnach ein so verwickeltes, dass ein Herangehen an die Untersuchungen über Zerfällungsvorgänge in alten Gesteinen bei der jetzigen geringen Kenntnis der Umwandlungsvorgänge ganz aussichtslos und unerlaubt ist. Es müsste eben dazu der ursprüngliche Zustand des Gesteins nach der Erstarrung wieder hergestellt werden. Für gewöhnlich dient als Kriterium dafür, ob ein Gestein mehr oder weniger umgewandelt ist, der Wassergehalt desselben. Nun hat der  $H_2O$ -Gehalt als Kriterium

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. d. g. G. 1875, XXVII, 531, und 1877, XXIX, 568.

nur einen sehr relativen Werth, denn er ist nur dort von Belang, wo er durch das Vorhandensein unzweifelhaft secundärer, aus wässerigen Lösungen entstandener Minerale, wie Chlorit, Eisenhydroxyd, Kaliglimmer etc. bedingt wird. Für die Gläser gilt dieses bereits nicht, denn es ist unzweifelhaft, dass unveränderte, ganz frische Gläser Wasser, wenn auch in geringer Menge, chemisch gebunden enthalten können. Beweist nun die Gegenwart des Wassers nicht immer ein Zersetz- oder Umgewandeltsein des Gesteins, so ist dessen Abwesenheit noch weniger als Beweis für die „Frische“, den unveränderten Zustand, zu verwerthen. Die zahlreichen experimentellen Arbeiten von Lemberg<sup>1)</sup>, sowie Pseudomorphosen von wasserfreien Silicaten nach wasserhaltigen machen diese Annahme ganz hinfällig. Die Umwandlung von ursprünglich wasserfreien, geflossenen Gesteinen in wasserhaltige Minerale enthaltende und dann wiederum in solche aus wasserfreien bestehende ist nicht von der Hand zu weisen, ebenso die Entstehung wasserfreier Minerale aus wasserfreien unter Vermittlung wässriger Lösungen. Die Bildung wasserfreier Minerale auf nassem Wege, respective die Umbildung aus Schmelzfluss erstarrter Minerale in wasserfreie Silicate muss namentlich dort von Statten gehen, wo ein bereits starres Gestein in grosser Tiefe längere Zeit verharrte, d. h. wo es einer beträchtlich hohen, wenn auch weit vom Schmelzpunkte entfernten Temperatur ausgesetzt war. Lemberg's<sup>2)</sup> Ergebnisse über Abnahme des Wassergehaltes der künstlich dargestellten Silicate mit steigender Temperatur sind ein directer Beweis dafür. Diese Thatsache stimmt auch mit dem allgemeinen Verhalten der Salze, wonach bei hoher Temperatur aus wässriger Lösung wasserfreies, bei niedriger wasserhaltiges Salz sich ausscheidet. Es ist nicht zu leugnen, dass die Gesteine älterer geologischer Epochen und solche jüngerer im allgemeinen einen verschiedenen Habitus tragen, trotz der Wiederholung derselben structurellen Formen des sie zusammensetzenden Mineralverbandes. Der abweichende Habitus wird durch den verschiedenen Habitus der Minerale selbst in beiden bedingt, abgesehen von der Art ihres Zusammentretens zu Gesteinskörpern, d. h. der Structur des Gesteins. Der Unterschied ist nicht ein nur durch physikalische Eigenschaften bedingter, sondern er lässt sich auch bei der chemischen Zusammensetzung mancher Gesteinsgemeng-

<sup>1)</sup> In den verschiedenen Jahrg. der Z. d. d. g. G. von 1872 an.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1885, pag. 970.

theile verfolgen. Der Habitus des Orthoklas der alten Gesteine ist ein ganz anderer als der des Sanidins, ebenso sind die Plagioklase von den Mikrotinen unterschieden. Auch an den Hornblenden, wie den Augiten lässt sich ein Unterschied verfolgen. Betrachten wir den orthothomen Feldspath, so fällt zunächst bei dem Vergleich der zahlreichen bekannten Analysen der Umstand auf, dass der pyrogene Sanidin, ungeachtet des hohen Gehaltes des Gesamtgesteins an  $K_2O$ , immer beträchtliche Quantitäten  $Na_2O$  enthält, während der reine, nicht perthitartige Orthoklas der älteren Gesteine nur sehr geringe Mengen des letzteren aufweist. Namentlich die hydatogenen Feldspathe der krystallinischen Schiefer und die aufgewachsenen, chlorithaltigen Adulare repräsentiren die fast reine  $K_2O$ -Verbindung, auch in solchen Gesteinen, in welchen  $Na_2O$  vorhanden ist. Es ist nicht anzunehmen, dass die Affinität der Stoffe untereinander unter den veränderten physikalischen Bedingungen bei der Eruption eines Granits und eines Trachyts wechseln sollte, was doch nothwendig wäre, um eine andere Gruppierung der Molekel zu Verbindungen zu veranlassen. Der mikrotinartige Habitus der Plagioklase mancher Diabase und Melaphyre spricht auch dafür, dass in alten und jungen Gesteinen die ursprüngliche Zerfällung im Magma die analoge gewesen ist.

Der massgebende Factor wäre der Druck, doch über dessen Einfluss auf die Affinität sind nur negative Resultate bekannt. Die Ursache der Verschiedenheit liegt offenbar in etwas Anderem. Auch das Auftreten des Leucits und der Minerale der Hauyngruppe erst in jüngster geologischer Zeit ist ein Factum von nicht zu unterschätzender Tragweite. Nur die chamäleonartige Wandelbarkeit dieser Minerale, wie sie durch Lemberg<sup>1)</sup> erwiesen wurde, lässt ihre auffallende Abwesenheit in den älteren Gesteinen begreifen. Diese Andeutungen werden genügen, um die Möglichkeit, sogar Wahrscheinlichkeit des veränderten Zustandes, in welchem sich die älteren eruptiven Gesteine heute befinden, darzuthun. Auch beruht diese Erklärung auf bekannten, wohlconstatirten Thatsachen, so dass sie eine sehr naheliegende ist. Die Begründung des verschiedenen Habitus der alten und jungen Gesteine im sogenannten frischen Zustande durch wechselnden „Druck und die beliebten veränderten Bedingungen bei der Eruption“ ist rein hypothetischer Natur und bis jetzt nur ein Nothbehelf, um unsere Unkenntnis zu maskiren.

<sup>1)</sup> Z. d. d. g. G. 1883, pag. 557 ff.

Ich verweile bei diesen Ausführungen länger, weil es allgemein angenommen ist, geologisch als eruptiv zu betrachtende Gesteine, wie Granit, Syenit u. A., ganz analog zu betrachten und in Bezug auf Mineralausscheidung und Spaltungsvorgänge gleich zu behandeln wie die Liparite, Trachyte u. s. w. Dem gegenüber möchte ich hervorheben, dass der Einwand kaum zu beseitigen ist, dass auch die „frischen“, d. h. wasserfreien Gesteine mit krystallinischer oder porphyrischer Structur, deren Bestandtheile einen anderen bekannten Habitus besitzen als die aus dem Schmelzfluss, in der Lava krystallisirenden analogen Gemengtheile, ursprünglich eruptive, aber metamorphe Gesteine sind und daher in dieser Beziehung keine analogen Schlüsse erlauben. Meiner Ansicht nach ist es nicht statthaft, einen Granit als das reine Resultat der Zerfällung des granitischen Magma und der successiven Ausscheidung von Glimmer, Feldspath und Quarz zu betrachten, wie Rosenbusch<sup>1)</sup> es versucht hat, viel eher liesse er einen Vergleich trotz der ursprünglich eruptiven Natur mit rein metamorphen Gneissen zu.

Die Hauptschwierigkeit bei der Entzifferung genetischer Vorgänge bei der Bildung sämtlicher Gesteine, insbesondere der massigen, liegt in der zweifachen Weise der Entstehung sämtlicher gesteinsbildender Minerale. Diese bilden sich sowohl aus Schmelzfluss, als auch auf nassem Wege. Die Kriterien für die eine oder andere Bildungsweise eines fraglichen Minerals sind nur vereinzelt vorhanden. In der Regel lässt sich aus dem Habitus des Minerals die Frage nicht entscheiden. Wohl aber aus der Natur des Gesteins und anderen Kennzeichen, wie pseudomorphe Natur, Umhüllung durch andere Substanzen, deren Bildung bekannt ist, u. s. w. Die allgemeine chemische Natur scheint identisch zu sein; über specielle Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung derselben Species verschiedener Entstehungsweise ist kein Material gesammelt; es ist aber wahrscheinlich, dass solche vorhanden sein werden, doch würden letztere die eigentliche Constitution nicht beeinträchtigen, wenn man die Minerale als Gemenge isomorpher Grundverbindungen betrachtet, wie es heute geschieht. Die Entstehung identischer Verbindungen, d. h. Minerale auf zweierlei Weise, auf zwei ganz verschiedenen Wegen, aus Schmelzfluss und wässriger Lösung, ist aber eine Erscheinung von ausserordentlicher Tragweite. Sie beweist,

<sup>1)</sup> N. J. 1882, II, pag. 1 ff.

dass die gesteinsbildenden Minerale, die einer solchen zweifachen Genesis fähig sind, ganz besonders stabile Gleichgewichtslagen der Molekel repräsentiren, daher letztere stets die Tendenz haben werden, zu solchen stabilen Gruppierungen zusammenzutreten. Es werden daher gewisse Verbindungen, gesteinsbildende Minerale, die verbreitetsten und häufigsten unter den Gemengtheilen sämmtlicher Silicatgesteine sein, und diese ihre weite Verbreitung und überhaupt ihr Auftreten erweist sich als ganz unabhängig von der Entstehungsweise des sie beherbergenden Gesteins.

Dieses Resultat der Betrachtung ist für uns aber ein höchst wichtiges. Es folgt daraus, dass bei der Bildung dieser hierbei ausschlaggebenden Verbindungen die Affinitäten in wässriger Lösung und im Schmelzfluss unverändert bestehen. Ist Letzteres erwiesen, so wird es nothwendig sein, anzunehmen, dass der Verlauf der Prozesse und physikalischen Vorgänge bei der Ausscheidung fester Verbindungen aus Salzlösungen im Wasser und aus Lösungen in geschmolzenem Magma ein analoger sein wird. Dadurch werden wir aber in den Stand gesetzt, die reichen, anderweitig gewonnenen Erfahrungen über die Vorgänge in wässriger Lösung auf die wenig bekannten Prozesse im Schmelzfluss in Anwendung zu bringen. Dieses erweist sich besonders fruchtbar bei der Heranziehung der Uebersättigungs- und Ueberkaltungserscheinungen der Salzlösungen für das Schmelzmagma der Gesteine. Dass ein principieller Unterschied zwischen den Vorgängen beim Erstarren von Salzlösungen und schmelzender Salzgemenge nicht besteht, ist schon früher wahrscheinlich gemacht und von verschiedenen Forschern ausgesprochen worden; hier ist versucht worden, dasselbe für die Silicatgesteine zu erweisen. Die specielle Anwendung der gefundenen Gesetze und die Literatur findet sich weiter bei der Discussion der analytischen Daten.

Das bearbeitete Material stammt hauptsächlich aus den hiesigen petrographischen Sammlungen, zum Theil habe ich dasselbe der Freundlichkeit der Herren Zirkel und J. Roth zu verdanken, die mir gestatteten, einige Proben aus ihren reichhaltigen Sammlungen auszuwählen. Ein Stück stammt von Herrn v. Fritsch in Halle. Allen genannten Herren Collegen bin ich dafür zu grösstem Danke verpflichtet. Schliesslich wurden einige Gesteine aus der Krym untersucht, welche ich dort auf meinen geologischen Untersuchungsreisen gesammelt habe.

Was die Methoden der mechanischen Trennung betrifft, so sind es die bekannten auf specifischem Gewicht und magnetischen Eigenschaften basirten. Die Gesteine wurden gröblich gepulvert, das Pulver im Nöbel'schen Apparate behufs Entfernung der Staubtheilchen geschlämmt und dann einer Trennung im Harada'schen und Brögger'schen Apparate mittelst der Thoulet-Goldschmidt'schen Quecksilberkaliumjodidlösung, der Rohrbach'schen und Klein'schen Lösung nach Massgabe der Umstände unterzogen. Zur Scheidung der einzelnen Gemengtheile wurde ein gröbliches Pulver aus dem Schlämmrückstande, mittelst Durchsieben desselben durch zwei fast gleichmaschige Netze, von möglichst gleichmässiger Korngrösse bereitet und aus demselben etwaige Eisentheilchen, welche durch Zerstossen des Pulvers in einem Stahlmörser hineingerathen sein konnten, mit einem gewöhnlichen guten Magnet entfernt. Nach der Trennung wurde das Pulver auf seine Homogenität unter dem Mikroskope geprüft und eventuell nochmals getrennt, mit *KJ*-Lösung ausgewaschen, in siedendem Wasser mehrmals ausgekocht und schliesslich auf dem Filter nochmals mit heissem Wasser gewaschen. Das Auskochen ist bei Anwendung der Thoulet'schen und Rohrbach'schen Flüssigkeit unerlässlich. So behandelte Proben ergaben dieselben Mengen von  $K_2O$ , wie versuchsweise mittelst Klein'scher Lösung getrennte; ohne diese Vorsicht wird leicht eine, wenn auch sehr geringe Quantität *KJ* zurückgehalten, namentlich, wenn das Pulver längere Zeit in der betreffenden Flüssigkeit verweilte, was durch Vorversuche constatirt werden konnte. Die Trennung mit dem Elektromagneten geschah auf bekannte Weise. Sie wurde hauptsächlich zur reinen Gewinnung des Feldspaths benützt. Dazu wandte ich einen gewöhnlichen, sehr starken, horizontal gebauten Elektromagneten an, wie solche zur Messung des Dia- und Paramagnetismus im Gebrauch sind. Die Anziehung konnte durch horizontale Verschiebung, respective Entfernung der Pole von einander, variirt werden. In Verbindung mit einer Bunsen'schen Tauchbatterie und entsprechender Construction der Pole lässt sich mit diesem Apparat erfolgreicher arbeiten, wie mit den verhältnismässig schwächeren hufeisenförmigen Magneten, die für gewöhnlich bei petrographischen Untersuchungen im Gebrauch sind. Der Feldspath lässt sich absolut rein, bei genügendem Material, auch frei von allen Einschlüssen isoliren. Die nähere Besprechung der Ausführung der Trennung der



Gesteinsgemengtheile kann ich mir ersparen; dieselbe ist ja neuerdings öfter der Gegenstand der Beschreibung gewesen und zusammenfassend mit bekannter Gründlichkeit zuletzt von Rosenbusch in der 2. Auflage seiner „Mikroskopischen Physiographie der Mineralien“, Bd. I, erörtert worden. Doch einen Umstand möchte ich besonders betonen, welcher noch immer nicht die gebührende Beachtung gefunden hat. Bei solchen Untersuchungen, wie die vorliegende, wo es sich um die genaue Feststellung der Vertheilung der einzelnen Stoffe auf die verschiedenen Gemengtheile handelt, ist es unerlässlich, alle Analysen der Gemengtheile an Pulvern zu vollziehen, die nicht nur aus einem Handstücke stammen, sondern aus ein und demselben Pulver isolirt worden sind. Die Bauschanalyse muss an demselben, aber noch ungeschlämmten Pulver vorgenommen werden, welches später zur Isolirung behufs chemischer Analyse der Gemengtheile benutzt werden soll. Das Sieben und Schlämmen des Pulvers für die Bauschanalyse eines Gesteins ist ganz unzulässig und führt zu ganz falschen Resultaten, denn der staubige, feinste Theil des Pulvers, welcher durch diese Manipulationen entfernt wird, hat eine andere Zusammensetzung wie die grösseren Körner. Die weicheren, spröderen und besser spaltenden Gemengtheile eines zusammengesetzten Gesteins zerstäuben zuerst, die härteren und zäheren viel schwerer, in Folge dessen tritt Anreicherung der einen und anderen Gemengtheile in dem fein- und grobkörnigeren Theile des Pulvers ein und zugleich eine Verschiebung in der chemischen Zusammensetzung. Aus demselben Grunde dürfen die gröberen Stücke auch nicht entfernt werden, sondern das ganze zu untersuchende Stück muss gröblich gepulvert, dann gleichmässig gemengt und eine mittlere Probe zur Bauschanalyse verwandt werden; aus demselben Pulver sind dann die Gemengtheile zu isoliren. So selbstverständlich dieses erscheint, so wird doch täglich dagegen gesündigt. Das Sieben und Schlämmen der Pulver für Bauschanalysen der Gesteine wird namentlich allgemein empfohlen. Mir erschienen diese Bemerkungen um so unerlässlicher, als es noch heute in der Petrographie allgemeiner Usus ist Dinge mit einander zu vergleichen, welche unvergleichbar sind. So z. B. werden Bauschanalysen von Gesteinen und Analysen der Grundmasse oder der Feldspathe daraus, die nicht nur nicht an ein und demselben Handstücke vollzogen sind, sondern von verschiedenen Autoren stammen, welche verschiedenes Material bei

ihren Untersuchungen benutzt haben, mit einander verglichen. Die Schlüsse, welche aus einem solchen Vergleich gezogen werden, sind ganz illusorisch und müssen ein ganz falsches Resultat geben. Es ist ja bekannt, dass die chemische Zusammensetzung der gemengten Massengesteine von Schritt zu Schritt wechselt; wenn auch diese Unterschiede im allgemeinen in ein und demselben Gesteinskörper meist geringfügige sind und sich hauptsächlich auf geringe Verschiebungen der Alkalienmengen unter einander und den alkalischen Erden gegenüber beziehen, so vermögen dieselben trotzdem merkbare Verschiedenheit in dem Zusammentritte isomorpher Grundverbindungen zu Mineralen hervorzubringen, manchmal aber eine ganz abweichende Gruppierung der Stoffe zu bedingen. Da es sich hier um Klarlegung rein stöchiometrischer Verhältnisse handelt, so ist es auch klar, dass bei der geringsten Aenderung in der Zusammensetzung des Ganzen, auch die zusammensetzenden Theile daran Theil nehmen werden, und da es vor allen Dingen festzustellen gilt, ob überhaupt die Zusammensetzung der einzelnen Gemengtheile des Magma eine Function der chemischen Zusammensetzung dieses Magma ist und welche, so ist die oben gestellte Bedingung der Untersuchung eine absolut nothwendige. Dass aber die Beantwortung dieser Fragen die nothwendige Vorbedingung zur Erforschung der Spaltungsvorgänge im Magma und deren Bedingungen und Ursachen ist, muss einleuchten. Die von französischen Forschern angeregte und heute weit gediehene Feststellung der Reihenfolge der Ausscheidungen birgt nicht den Schlüssel zur Lösung des Problems; dieselbe gibt nur ein ganz allgemeines Bild und nur in Umrissen die Resultate des Processes qualitativ, nicht quantitativ. Das Punctum saliens liegt in der genauen Darlegung der chemischen Beziehungen, dann ist aber der obige Weg der allein gangbare.

Was nun die Ausführung der eigentlichen chemischen Analysen betrifft, so sind die üblichen Methoden dabei in Anwendung gebracht worden. Zur Bestimmung der Basen wurden die Proben mit Flusssäure aufgeschlossen, die Bestimmung der Kieselsäure geschah nach dem Aufschliessen mit kohlensaurem Kali-Natron. Das Wasser ist aus dem Glühverlust berechnet worden, doch nur dort, wo eine Prüfung auf  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $Cl$  negative Resultate ergab. Die Proben wurden lufttrocken analysirt. Es ist hervorzuheben, dass besondere Aufmerksamkeit der Bestimmung der Alkalien gewidmet

wurde und sind dieselben durchgängig mit Platinchlorid getrennt und nach der Gewichtsbestimmung zur Controle nochmals berechnet worden; das  $K_2O$  aus dem durch Reduction wiedergewonnenen metallischen Platin, das  $Na_2O$  aus dem ebenso aus Natriumplatinchlorid gewonnenen  $NaCl$ .<sup>1)</sup> Da diese Analysen, so viel mir bekannt, die ersten sind, die einen Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Basis und des Gesteins anstreben, so galt es vor allen Dingen, eine allgemeine Grundlage zu schaffen, daher ist auch von einer speciellen Bestimmung der Oxyde des Eisens und der Bestimmung des Mangans Abstand genommen worden. Ich verhehle mir durchaus nicht, dass dieses eine gewisse Lücke in die Untersuchungen hineinbringt, doch ist sie nicht so empfindlich, dass darunter die allgemeine Uebersicht der Beziehungen der Stoffe untereinander litte, da dem  $FeO$  bei Weitem nicht die Rolle zukommt, wie dem  $CaO$ , der  $MgO$  und den Alkalien. Die Affinität und das Verhalten des  $FeO$  den beiden Alkalien gegenüber ist kein so grundverschiedenes, wie z. B. des Kalkes. Weiter unten wird der Ort sein, diese Frage etwas näher zu beleuchten. Auch beeinträchtigt der erwähnte Mangel nicht die Feststellung der wichtigen Functionen des Kalkes und der Alkalien beim Aufbau krystallisirter Verbindungen, weil meiner Ansicht nach, wie ich auch bereits Gelegenheit hatte, solches zu betonen, die Zusammenziehung der Oxyde der Form  $RO$  und ihre Gegenüberstellung der  $R_2O$ , der  $SiO_2$  und den Sesquioxyden keine Berechtigung hat, sondern nur verwirrend wirkt.  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $FeO$ , ebenso  $K_2O$  und  $Na_2O$  müssen getrennt für sich den anderen gegenüber betrachtet und ihre Beziehungen studirt werden. In dieser

<sup>1)</sup> Die Bestimmung der Alkalien ist nur dann ganz genau, wenn sie mit Platinchlorid als Chloralkalien getrennt werden; schwefelsaure lassen sich nicht so vollständig trennen. Daher ist die Fällung der Magnesia behufs Trennung von den Alkalien bei Gegenwart von Schwefelsäure (beim Anschliessen mit Fluorwasserstoff) mit kohlensaurem Ammon und nachfolgender Fällung des Kali mit Platinchlorid aus schwefelsäurehaltiger Lösung nicht zu empfehlen. Auch ist beim Auswaschen des  $K_2PtCl_6$  mit Alkohol der Zusatz von Aether besser zu vermeiden, denn es erfordert sehr viel Uebung und Aufmerksamkeit, um dadurch nicht einen zu grossen Betrag an Kali zu erhalten. Die Lösung beider Alkalien muss so weit eingedampft werden, bis das Natriumplatinchlorid noch nicht sein Krystallwasser zu verlieren anfängt, dann ist die Trennung mit absolutem Alkohol genau. Auch ist die Wägung des  $K_2PtCl_6$  im Asbeströhrchen derjenigen auf einem gewogenen Filter vorzuziehen. Bei der Bestimmung der Alkalien werden die meisten Fehler begangen.

Arbeit habe ich mich deshalb auf die Stoffe, die ein besonders scharfes und möglichst verschiedenes Verhalten in Bezug auf einander aufzuweisen haben, beschränkt, da an solchen die Klarlegung der Beziehungen am meisten Aussicht auf Erfolg hatte. Das Studium der Rolle des  $FeO$  muss einer späteren Arbeit überlassen werden.

Das spezifische Gewicht ist von mir mittelst des Pyknometers bestimmt und die verschiedenen Temperaturen bei der Beobachtung durch Correction auf  $21.5^{\circ} C.$  reducirt worden. Vereinzelte Bestimmungen sind nach der Goldschmidt'schen Methode ausgeführt, und zwar nur dort, wo Mangel an Material eine Pyknometerbestimmung nicht zuliess. Die Methode, nach welcher jedesmal die Zahlenwerthe erhalten wurden, ist bei diesen angegeben. Nach meinen Erfahrungen werden die Resultate bei Pyknometerbestimmungen trotz aller Vorsichtsmassregeln bei Quantitäten unter  $0.7$  Gramm meist unsicher, unter  $0.5$  Gramm ist die zweite Decimale bereits recht starken Schwankungen unterworfen. Die gröblichen Pulver wurden mit Wasser zuerst an der Luft erhitzt, dann noch heiss unter die Luftpumpe gebracht, hier weiter ausgekocht; die Zahlen sind auf Temperatur und Ausdehnung des Gefässes corrigirt.

Die mikroskopische Untersuchung wurde zunächst an Schliffen vorgenommen, die demselben Stücke entstammten, dessen anderer Theil zur Bauschanalyse und zur Trennung der Gemengtheile benutzt wurden. Die Pulver sind alle unter dem Mikroskop auf ihre Reinheit, resp. Homogenität geprüft worden und ich bestrebe mich, in dieser Beziehung die möglichste Reinheit zu erreichen. Weil letztere sehr häufig nicht zu erzielen war, musste viel Material verworfen werden. Namentlich trat dieser Fall bei basischen Gesteinen ein; bei diesen hat das Glas häufig dasselbe spezifische Gewicht wie das Gesamtgestein, oder ein sehr wenig davon verschiedenes; auch ist der Eisengehalt in manchen Gläsern ein beträchtlicher<sup>1)</sup>, so dass sowohl die Trennungsmethoden in schweren Flüssigkeiten, als auch die mit dem Elektromagneten versagen und nur eine Anreicherung des Glases erzielen lassen. Im Dünnschliff sind die Minerale auf ihre Ausscheidungsfolge untersucht worden, und so weit diese sich feststellen liess, ist sie bei der Beschreibung der Proben mitgetheilt.

<sup>1)</sup> Uebrigens ist das magnetische Verhalten nicht allein vom Eisengehalt abhängig, wie der Chlorit und manche Hornblenden beweisen, die schwächer angezogen werden, wie manche eisenarme Augite und Olivine.

Die successive Ausscheidungsfolge der Gemengtheile ist in den meisten Fällen mit voller Sicherheit nicht zu constatiren, wenigstens ist dieses nicht so einfach, wie es allgemein angenommen wird. Einschlüsse vermögen die Frage nicht immer zu entscheiden, wie die bekannten werthvollen Versuche mit Leucit und Augit von Michel Lévy und Fouqué<sup>1)</sup> beweisen. Die Entscheidung ist namentlich dann schwer, wenn eine zusammenhängende Glasbasis die krystallinen Gemengtheile umgibt, d. h. wenn das Glas quantitativ der vorwaltende Gemengtheil ist. Es lässt sich Manches gegen die Auffassung der Ausscheidungsfolge in absolut körnigen Gesteinen anführen. So muss die Behauptung, dass im Granit der Glimmer und die sogenannten Bisilicate zuerst, dann der Feldspath und zuletzt der Quarz<sup>2)</sup> (soll doch wohl heissen: Feldspath und Quarz zugleich) ausgeschieden werden, mit grosser Vorsicht aufgenommen werden, schon deshalb, weil die Voraussetzung, im Granit hätten wir es mit Gemengtheilen zu thun, die nicht in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit vorlägen, sondern eine Reihe metamorphosirender Prozesse durchgemacht haben, nicht von der Hand zu weisen ist, wie weiter oben des Weiteren entwickelt wurde. Bei jungen, rein eruptiven oder vulcanischen Gesteinen sind die Schlüsse sicherer zu ziehen, bei ausgesprochen porphyrischen Gesteinen am leichtesten, bei rein körnigen und glasreichen schwieriger.

Ueber das Verhalten der Chloralkalien in hoher Temperatur den Gläsern gegenüber hielt ich es für nothwendig, einige Experimente anzustellen; ebenso über die Wirkung der Alkalien auf Kalksilicat bei Gegenwart von Thonerde. Sie sind ausführlich weiter unten beschrieben. Hier sei nur erwähnt, dass die Versuche unter möglichst gleichen Umständen angestellt worden sind. Sind die experimentellen Untersuchungen auch nicht erschöpfend und müssen dieselben noch in einem viel weiteren Umfange verfolgt werden, so sind sie doch in jeder Beziehung lehrreich, und man wird sich überzeugen, dass häufig ein einfacher Versuch dort eine klare und genügende Antwort und Auskunft zu geben vermag, wo man vergeblich gesucht und das Material in Bezug auf gewisse Fragen sorgfältig durchforscht hat. So war die höchst wichtige Frage, ob  $K_2O$  dem  $CaO$

<sup>1)</sup> Synthèse des min. Paris 1882, pag. 155.

<sup>2)</sup> Rosenbusch, N. J. 1882, II, pag. 1 ff.

gegenüber in Silicatverbindungen stärker sei als  $Na_2O$ , oder umgekehrt, nur experimentell zu entscheiden. Nach der Entscheidung durch das Experiment wurde dann auch eine Reihe bekannter That-sachen verständlich und gewann eine ganz andere Bedeutung.

Nachdem ich diese allgemeinen Betrachtungen vorausgeschickt und so meinen Standpunkt gekennzeichnet habe, will ich zu der speciellen Darstellung meiner Untersuchungen über die Gesteinsbasis und der Resultate, die sie ergeben haben, übergehen, indem ich einiges auf diesem Gebiete bereits Geleistete vorausschicke.

## I.

„Glas ist keine chemische Verbindung von bestimmter Form, sondern eine nichtkrystallisirende, amorphe Legirung von kiesel-sauren Verbindungen; eine solche Legirung kann sich aber nur beim Vorhandensein gewisser Grenzverhältnisse der Oxyde unter-einander bilden.“ Dies ist die zutreffendste von den bis heute vorhandenen Definitionen für Glas. Sie stammt von Mendelejeff.<sup>1)</sup> Pelouze<sup>2)</sup> betrachtet das künstliche Glas als einfaches Gemenge bestimmter Verbindungen. Diese Betrachtungsweise ist aber eine so unbestimmte und vage, dass sie kaum als Definition gelten kann. Das Richtige hat entschieden ebenfalls Schott<sup>3)</sup> getroffen, wenn er die Gläser als übersättigte Lösungen, analog den Salzlösungen, betrachtet. Die Richtigkeit dieser Anschauung erhellt schon daraus, dass es kein Glas geben dürfte, welches durch anhaltendes Erhitzen nicht zur Ausscheidung krystalliner Verbindungen veranlasst werden könnte. Die verschiedenen Gesteinsmagmen unterliegen aber derselben Betrachtungsweise. Das geschmolzene Gesteinsmagma ist also nichts weiter als eine übersättigte Lösung verschiedener Silicate, die eines geringen Anstosses bedürfen, um je nach dem Sättigungsgrade mit der einen oder der anderen Verbindung, als Gemengtheile auszu-krystallisiren. Die Analogie mit Salzlösungen ist eine vollständige, wie dieses Bunsen<sup>4)</sup> in der ihm eigenen kurzen und klaren Weise

<sup>1)</sup> Mendelejeff, Grundlagen der Chemie. Bd. II, pag. 973 (in russischer Sprache).

<sup>2)</sup> Compt. rend. 64, pag. 53.

<sup>3)</sup> Pogg. Ann. 154, 422.

<sup>4)</sup> Zeitschr. d. d. g. G. 1862, 13, pag. 62.

dargethan hat. Die für wässrige Salzlösungen gefundenen Gesetze lassen sich daher auf das geschmolzene Gesteinsmagma anwenden.

Analysen der chemischen Zusammensetzung des amorphen Residuum und krystalliner Ausscheidungen liegen an künstlichen Schmelzproducten, Gläsern, recht viele vor. Gesteine sind in dieser Beziehung fast gar nicht untersucht worden, wohl hauptsächlich deshalb, weil es bis vor Kurzem unmöglich war, das Glas zu isoliren. Von den vorhandenen wenigen Analysen lassen nur wenige keinen Zweifel darüber obwalten, dass sie an ein und demselben Handstück vollzogen sind; an verschiedenen, räumlich getrennten Stücken ausgeführte Analysen der Basis und des Gesteines oder der übrigen Gemengtheile, sind für das Studium der einschlägigen Fragen ganz werthlos. Was nun zunächst die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Ausscheidungen und der amorphen Grundmasse in den künstlichen Gläsern betrifft, so sind darüber zahlreiche Beobachtungen vorhanden. Seit Réaumur (1728) das künstliche Porzellan aus amorphem Glase darstellte, haben sich mit diesen für die technischen Kreise so wichtigen Fragen der Entglasung viele Forscher beschäftigt. So findet man analytische Belege besonders in den Arbeiten von Pelouze<sup>1)</sup>, Dumas<sup>2)</sup>, Splitgerber<sup>3)</sup>, Terreil<sup>4)</sup> und hauptsächlich bei Benrath<sup>5)</sup>; die künstlichen Schlacken sind ebenfalls Gegenstand häufiger Untersuchungen gewesen, zuletzt hat sie in chemischer Beziehung Vogt<sup>6)</sup> sehr gründlich und eingehend in seiner vortrefflichen Arbeit behandelt. Das classische Land der synthetischen Experimente auf diesem Gebiet und der künstlichen Darstellung der Minerale ist seit jeher Frankreich gewesen und in neuester Zeit verdankt die Wissenschaft Michel Lévy und Fouqué<sup>7)</sup> entscheidende Versuche über künstliche Mineralausscheidungen aus dem Magma.

Vergleichende Analysen der Basis und des dieselben einschliessenden Gesteins sind nur sehr wenige bekannt geworden. Ch. Sainte-

<sup>1)</sup> Compt. rend. 1855, 40; 1866, 64, pag. 53.

<sup>2)</sup> Chimie appliquée aux arts, art. „Verre“.

<sup>3)</sup> Erdmann's Journ. 1849, 48.

<sup>4)</sup> Compt. rend. 1857, 47.

<sup>5)</sup> Beiträge zur Chemie des Glases. Dorpat 1871.

<sup>6)</sup> Studier over slagger. Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. IX, N. 1, Bihang.

<sup>7)</sup> Synthèse des min. et des roches. 1882.

Claire Deville<sup>1)</sup> untersuchte amorphe Körner (Basis?) aus Dolerit von Guadeloupe; G. vom Rath<sup>2)</sup> theilt eine Analyse der Basis (lichtgraue Körner eines Trichite enthaltenden Glases) des Trachyts vom Monte Amiata in Toscana mit. Ausser diesen Analysen sind mir nur noch die Analysen von Hague und Iddings<sup>3)</sup> bekannt geworden. Schliesslich wurden von Siemiradzki<sup>4)</sup> in meinem Laboratorium eine Reihe von Analysen an Andesgesteinen ausgeführt, die ausser der Gesamtgrundmasse auch die Glasbasis berücksichtigen. Ebenso spärlich sind Analysen der sphärolithischen Ausscheidungen zum Vergleiche mit dem sie beherbergenden Gestein gemacht worden. Folgende will ich hervorheben: Perlstein von Hlinik, analysirt von Erdmann<sup>5)</sup>; Perlstein von San Antioeco, analysirt von Delesse<sup>6)</sup>; Perlit von Tokaj von Bernath<sup>7)</sup>; Perlit von Hlinik von Lemberg.<sup>8)</sup> Alle diese Analysen gestatten, wie Roth<sup>9)</sup> mit Recht hervorhebt, keinen endgiltigen Schluss. — Wie man sieht, ist die Ausbeute für die Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Glasbasis und der sie beherbergenden Gesteine, die man der Literatur abgewinnen kann, eine recht ärmliche. Diejenigen Analysen, welche sich auf Vergleiche räumlich getrennter, obgleich ein geologisches Ganzes bildender Gesteine beziehen, wie z. B. des obsidianähnlichen Porphyrs von Monte Sieva<sup>10)</sup> und seiner Grundmasse, sowie älterer notorisch veränderter Gesteine, wurden hier aus bereits dargelegten Gründen ausgeschlossen. Mit einigen Ausnahmen sind die hier untersuchten Gesteine bekannte und verbreitete. Ich beginne mit den sauersten Gliedern, und zwar mit an Ausscheidungen armen Gebirgsarten, also Gläsern, die recenter vulcanischer Thätigkeit ihren Ursprung verdanken.

Es ist bekannt, dass unter allen Gesteinen die natürlichen sauren Gläser zur Sphärolithbildung am meisten neigen und unter diesen

<sup>1)</sup> Bull. géol. 1851, (2) 8, pag. 427.

<sup>2)</sup> N. J. 1872, 618.

<sup>3)</sup> Notes of the volcanic rocks of the Great basin. Americ. Journ. 1884, 27, Nr. 162.

<sup>4)</sup> Geologische Reisenotizen aus Ecuador. N. J., Beilage. 1885, Bd. IV, 195.

<sup>5)</sup> Journ. f. techn. Ch. 1832, 15, 38. Alkalien nicht getrennt.

<sup>6)</sup> Buff. géol. 1854, (2) 11, 109.

<sup>7)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1866, 16, 90.

<sup>8)</sup> Z. d. d. g. G. 1883, 35, pag. 569.

<sup>9)</sup> Allg. und chem. Geologie. Bd. II, pag. 220.

<sup>10)</sup> G. vom Rath, Z. d. d. g. G. 1864, 16, 517.



die sogenannten „übersauren“ besonders gern Sphärolithe beherbergen. Diese letzteren sind als Anfänge der Krystallisation zu betrachten, die in einem gegebenen Augenblick zum Stillstande kam, sei es, weil das Gestein erstarrte, sei es, weil das Magma überhaupt keine Tendenz besass, die gelösten Silicate auszuschcheiden. Dem entsprechend wollen wir zuerst unsere Aufmerksamkeit den sphärolithführenden sauern Gläsern und glasigen Repräsentanten widmen.

### I. Gesteine mit hohem $\text{SiO}_2$ -Gehalt.

1. Sphärolithführender Obsidian von Lipari (Email von Hoffmann), Monte Campo bianco.<sup>1)</sup> Glas.

2. Sphärolithe aus demselben.

3. Sphärolithführender Obsidian von Teneriffa<sup>2)</sup>. Glas.

4. Sphärolithe aus 3. Aeusserer Theil.

5. Innerer Theil derselben.

	1 (Glas)	2 (Sphärol.)	3 (Glas)	4 (Sphärol. Rinde)	5 (Sphärol. Kern)
$\text{SiO}_2$ . .	72.35	73.21	73.05	74.52	73.42
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	13.97	12.90	14.67	12.97	14.29
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . .	1.29	2.10	0.89	2.02	1.01
$\text{CaO}$ . .	0.72	0.88	0.97	0.92	1.00
$\text{MgO}$ . .	0.46	0.27	0.26	0.25	0.43
$\text{K}_2\text{O}$ . .	5.38	4.75	5.11	4.53	3.19
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	3.58	4.83	3.99	4.26	5.61
Glühverl.	1.37	1.04	0.91	0.83	0.84
	99.12	99.98	99.85	100.30	99.79
Spec. Gew. bei 21.5° C.	2.1328	2.1121	2.2105	2.0891	2.5232

Email von Lipari ist ein grauer und schwarz gestreifter Obsidian, fettglänzend mit muscheligen Bruch. Aeusserlich betrachtet, wechseln dünne Lagen einer hellgrauen Substanz, die durch zusammenfliessende, winzige, ebenso gefärbte, rundliche Flecken hervorgebracht werden, mit solchen aus dunklerer, mehr homogen erscheinender ab. Das Ganze hat in der That eine Aehnlichkeit mit künstlichem Email. Unter dem Mikroskop erscheint der Obsidian aus

<sup>1)</sup> Dieses Gestein verdanke ich dem Herrn Prof. J. Roth in Berlin, der mir freundlichst gestattete, dasselbe auszuwählen.

<sup>2)</sup> Denselben überliess mir freundlichst Herr Prof. F. Zirkel in Leipzig.

einem ganz isotropen, ungefärbten, vorwaltenden Glase bestehend, in welchem sich kleine, mehr oder weniger regelmässig begrenzte, im durchfallenden Licht schmutzigbräunliche, scheinbar homogene Sphärolithe zu Streifen häufen. Die Grenze gegen das Glas setzt nicht ganz scharf ab.

Die Structur dieser Ausscheidungen ist sehr fein radialfaserig. Die Fasern sind nicht ganz gleich lang, wodurch die Durchschnitte feinzackig begrenzt erscheinen. Die Oberfläche der Kügelchen muss daher kurz- und feinstachelig sein. Der Kern ist oft tiefer gefärbt, hin und wieder mit einem opaken Körnchen von Magneteisen; selten besteht er aus einem Partikel einer Substanz, die aus farbloser, schwach polarisirender und staubiger, opaker gemischt erscheint. Zwischen gekreuzten Nicols besitzen die Sphärolithe ein prachtvoll-regelmässiges Interferenzkreuz. Die durchschnittliche Grösse der Kügelchen ist 0.3 Millimeter. Bei starker Vergrösserung <sup>1)</sup> gewahrt man, dass die einzelnen Fasern aus Globuliten bestehen, die sich zu Schnüren anordnen. Es sind also diese Gebilde Globosphärite in dem Sinne, wie diese Bezeichnung von Vogelsang zuerst gebraucht und später von Rosenbusch <sup>2)</sup> adoptirt wurde. Sowohl die Glasbasis, als auch die in ihr steckenden Globosphärite werden von vereinzelt winzigen Beloniten und Magneteisenkörnchen durchspickt, und zwar auch innerhalb der kugeligen Gebilde ohne jegliche Beziehung zu der Begrenzung letzterer. Von sonstigen Ausscheidungen ist in den Dünnschliffen nichts wahrzunehmen. Die Ausscheidungsfolge ist: Belonite und Magneteisen, dann die Globosphärite, diese schieden im Innern nicht immer eine schwach polarisirende, nicht näher zu bestimmende Substanz ab, wobei sich auch Magnetit bildete. Vergleicht man die Analyse 1 und 2, so findet man in den Globosphäriten eine geringe Zunahme von  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , eine Abnahme von  $\text{MgO}$ . Die auffallendste Verschiebung ist aber in dem gegenseitigen Verhältnis von  $\text{K}_2\text{O}$  und  $\text{Na}_2\text{O}$  eingetreten. Während im Glase  $\text{K}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O}$  gleich 1 : 1 ist, ist das Verhältnis in den Globosphäriten 1 : 1.5 oder 2 : 3. Das specifische Gewicht der Globosphärite ist geringer als das des Glases.

Zur besseren Uebersicht und zu etwaigen späteren Vergleichen führe ich hier die Berechnung der Molecularverhältnisse an. Die

<sup>1)</sup> Obj. N. 7, Hartnack.

<sup>2)</sup> Mikrosk. Physiogr. Bd. II, pag. 82 (1877).

Zahlen bedeuten: Procentgehalt der Analyse durch das Moleculargewicht dividirt.

	1a	2a	Verhältnis von $K_2O : Na_2O$
$SiO_2$ . . . . .	1.205	1.220	in 1. 1:1
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .	0.136	0.147	in 2. 1:1.5.
$CaO$ . . . . .	0.012	0.015	
$K_2O$ . . . . .	0.057	0.050	
$Na_2O$ . . . . .	0.057	0.077	

Der sphärolithführende Obsidian von Teneriffa Nr. 3 ist im Handstück grauschwarz, in dünnen Stücken durchsichtig, von einzelnen bis 3 Millimeter grossen, grauweissen Kügelchen erfüllt, die auch zu Gruppen zusammentreten. Die Sphärolithe haben einen inneren dunkleren, zum Theil porösen Kern (5) und eine hellere Rinde (4). Die Vertheilung ist eine unregelmässige. Mikroskopisch ist das Glas farblos, isotrop, ganz homogen; darin liegen (bei starker Vergrösserung sichtbar) ganz vereinzelte Augitmikrolithe, Magneteisenkörnchen, kurze Trichite und Dampfporen; alles recht spärlich. Die Sphärolithe zeigen bei centrischem Schnitt einen Kern aus farblosen, radialstrahligen Fasern, zwischen diesen eine anscheinend farblose, glasige Basis in ganz dünnen Häutchen, spärliche Belonite, opake Körner und in Hohlräumen Tridymit, als Wandauskleidung der letzteren. Gegen den Rand dieser centralen Kerne der Sphärolithe, der bei schwacher Vergrösserung scharf gegen die Rinde absetzt, verflüssen sich die Fasern in Schnüre von Globuliten oder in ganze Wolken von solchen, die ihrerseits in Globosphärite zerfallen. Zwischen Kern und Rinde der Sphärolithe ist ein schmaler Streifen farbloser, scheinbar structurloser, aber fleckig polarisirender Substanz eingeschaltet. Die Polarisation ist als Spannungserscheinung zu betrachten. Die Rinde ist genau ebenso wie die Globosphärite in Obsidian 1 struirt. Es sind diese Ausscheidungen Combinationen von Felsosphäriten (?) als Kern mit Globosphäriten<sup>1)</sup> als Rinde. Die Einschlüsse im Glase und die sphärischen Gebilde, sowie die Dampfporen treten auch in der Rinde auf, im Kern fehlen sie, wären hier auch wegen der Grobstrahligkeit der Structur nicht zu unterscheiden. Die Ausscheidungsfolge ist: zuerst die Mikrolithe der Hauptglasbasis oder glasigen Grundmasse, dann genau dieselben, nur grössere Globosphärite, wie in Obsidian 1 von Lipari; zuletzt schieden sich im

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Mass. Gest. 1877, 82 und 173; auch G. vom Rath. Z. d. d. g. G. 1875, 27.

Innern dieser letzteren die Felsosphärite aus. Die chemische Zusammensetzung des Glases (3) und der Rinde (4) hat auffallende Aehnlichkeit mit derjenigen der Globosphärite (2) und des Glases (1) im Obsidian von Lipari. Analysen 3, 4 und 5, untereinander verglichen, zeigen eine stetige Verschiebung des Verhältnisses von  $K_2O$  und  $Na_2O$  zu Gunsten des  $Na_2O$ . Die Molecularverhältnisse sind:

	5a	4a	3a
$SiO_2$ . . . . .			1·217
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .	0·140	0·127	0·143
$CaO$ . . . . .	0·017	0·016	0·017
$K_2O$ . . . . .	0·033	0·048	0·054
$Na_2O$ . . . . .	0·090	0·068	0·064

Verhältnis  $K_2O : Na_2O$  . . . . . 1:3    1:2    1:1 (annähernd)<sup>1)</sup>

Die Sphärolithe sind saurer als das Glas, wie im Obsidian von Lipari, in der globosphärischen Rinde hat sich ebenso wie dort Eisen angereichert; das  $K_2O$  concentrirt sich im Glase.

6. Sphärolithführender Obsidian von Cerro del Quinche, Quito (mitgebracht von A. v. Humboldt).<sup>2)</sup> Glas.

7. Sphärolithe aus 6.

8. Sphärolithfels von Hlinik. Gestein.

9. Glasgrundmasse aus 8.

10. Sphärolithe aus 8.

11. Sphärolithfels von El Tablon de Itulgache, Ecuador (v. Reiss)<sup>3)</sup>, als oberer Theil des Obsidianbimsteins.<sup>4)</sup> Glas.

12. Sphärolithe aus 11.

13. Feldspath aus den Sphärolithen 12.

14. Sphärolithführender Liparitperlit von Hlinik. Gestein.

15. Glasgrundmasse des Pechsteins 14.

16. Sphärolithe aus 14, sehr spärlich Globosphärite und Felsosphärite.

<sup>1)</sup> Genau: 1:27 (5); 1:18 (4); 1:12 (3).

<sup>2)</sup> Von Herrn Prof. J. Roth erhalten.

<sup>3)</sup> Die Probe verdanke ich der Güte des Herrn Prof. K. v. Fritsch in Halle.

<sup>4)</sup> Es ist vielleicht der bereits von Rammelsberg analysirte Bimstein. Roth, Monatsber. d. Berl. Akad. 1874, 283 u. Rosenbusch, Mass. Gest., 2877, pag. 168.

	6	7	8	9	10	11	12	13
	(Glas)	(Sphärol.)	(Gestein)	(Glas)	(Sphärol.)	(Glas)	(Sphärol.)	(Feldspath)
$SiO_2$	72.70	74.36	72.79	70.69	73.72	74.59	76.48	62.14
$Al_2O_3$	13.79	14.46	13.77	17.74	12.91	12.88	12.06	22.30
$Fe_2O_3$	1.01	1.62	1.69	2.90	1.37	0.80	0.95	Spur
$CaO$	2.07	1.49	1.24	1.02	1.37	0.76	0.64	3.29
$MgO$	0.65	0.44	0.28	Spur	0.25	0.30	0.39	Spur
$K_2O$	4.33	1.49	4.38	4.24	4.45	5.35	3.78	1.69
$Na_2O$	4.93	6.11	3.39	1.90	4.02	3.30	4.89	10.58
Glühverl.	1.10	0.57	2.41	3.66	1.36	1.03	0.77	0.20
	100.48	100.54	99.95	99.25	99.45	99.01	99.96	100.20
Sp. G.	2.3590	2.4080	2.4157	2.3703	2.4355	2.3235	2.4005	2.647

	14	15	16	2 Analysen v. Lemberg <sup>1)</sup>	
	(Gestein)	(Glas)	(Sphärol.)	(Glas)	(Sphärol.)
$SiO_2$	71.39	72.52	74.50	73.01	75.42
$Al_2O_3$	15.57	13.53	15.13	12.75	13.50
$Fe_2O_3$				1.49	1.22
$CaO$	1.29	0.89	1.40	1.04	1.12
$MgO$	0.51	0.17	0.40	0.10	0.20
$K_2O$	5.43	5.52	1.77	5.71	2.20
$Na_2O$	2.28	2.08	5.24	2.32	5.06
Glühverl.	3.95	4.45	1.40	3.53	1.29
	100.42	99.16	99.84	100	100
Spec. Gew.	2.394	2.232	2.281	—	—

Gestein 6 ist ein schöner, grauschwarzer, kantendurchscheinender Obsidian, der bis 1 Centimeter grosse graue Sphärolithe von radialfaserigem Gefüge enthält. Im Dünnschliff erscheint er streifig durch Schwärme von winzigen Beloniten und wenige opake Körnchen, sonst ist das Glas rein und vollkommen isotrop. Die grossen Sphärolithe, im durchfallenden Lichte bräunlich, greifen lappig in das Glas hinein. Sie sind fein radialfaserig; eine gröbere Faserung wird durch feine Sprünge bedingt. Die Fasern bestehen aus Globuliten. Sie umschliessen opake Körner, wahrscheinlich Magnetit und Belonite. Im Innern ist manchmal ein Quarzkorn oder Plagioklas-krystall, um den sich die Fasern anordnen. Plagioklas-mikrolithe und vereinzelt, nur theilweise scharf umgrenzte Quarz-körner sind auch im Glase des Obsidians vorhanden. Die Sphärolithgebilde zeigen eine verschwommene, schwache, bei der Drehung

<sup>1)</sup> Sphärolithfels von Hlinik. Zeitschr. d. d. g. G. 1883, 35, 569, cf. meine Analysen 9 u. 10.

des Tisches wandernde Polarisation (keine Aggregatpolarisation). Das Interferenzkreuz lässt sich wegen der Grösse der Kugeln nicht gut wahrnehmen. Wahrscheinliche Ausscheidungsfolge: Opake Körnchen und Belonite, Feldspath, Quarz, Sphärolithe.

Gestein 8 ist eine von den vielen Varietäten des Hliniker Sphärolithfels (gewöhnlich als Perlit bezeichnet), mit grossen bis über 5 Millimeter messenden Kugeln. Das untersuchte Handstück enthält mehr Kugeln wie Glasbasis, räumlich ungefähr im Verhältnis 2:1, was auch mit den Analysen 8, 9 und 10 stimmt, wenn man 8 aus 9 und 10 zu berechnen versucht. Mikroskopisch: Das im Handstück blaugraue, porzellanartige Glas ist farblos, voller Belonite, Nadeln, opaken Körnchen in Strängen und filzartig angeordnet; die makroskopisch erbsengelben Kugeln scheinen radialfaserige Felsosphärite zu sein; Polarisation ziemlich energisch, fleckig und strahlig, kleine Kugeln mit Interferenzkreuz. Die Glasbasis perlitisch, die Sprünge setzen sich aber nicht in die Sphärolithe fort. Diese sind meist unregelmässig, lappig begrenzt; Globulite in deren Substanz stark vertreten. Von den Kügelchen werden, nicht immer central, Plagioklas, Sanidin (?), Apatit und brauner Magnesiaglimmer umschlossen. Diese Mineralausscheidungen sind aber sehr spärlich vertreten. Ausscheidungsfolge: Apatit, opake Körnchen, Glimmer, Feldspath, Entglasungsproducte der Grundmasse, Sphärolithe.

Sphärolithfels von Gnamani (11). Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus röthlichgrauen Kugeln von circa 5 Millimeter Durchmesser. Zwischen diesen als Kitt spärlich Obsidianglas von dunkelgrauer Farbe. Die Obsidianbasis lässt sich leicht in Stückchen von den Sphärolithen trennen. Unter dem Mikroskop ist das Glas farblos, darin spärlich wurmförmig gewundene Krystallite, Belonite mit seitlich anhaftendem Körnchen, einzelne Trichite, Dampfporon, Apatitnadeln. Die Kügelchen, im durchfallenden Lichte durch ebensolche Krystallite rothbraun, sind schöne, fein radialstrahlige, globulitenführende Felsosphärite mit schwachem Interferenzkreuz. Die Färbung wird in concentrischen Bändern heller und dunkler, so dass die Sphärolithe einen scheinbar schaligen Bau haben. Die Abgrenzung gegen das Glas ist scharf und entspricht der sphärischen Oberfläche, ohne lappige Fortsätze. Diese Sphärolithe umschliessen regelmässige, bis 2 Millimeter grosse, glasige Plagioklasse mit prachtvoller Zwillingsstreifung und Einschlüssen von Glas, Beloniten und opaken

Körnchen. Die Auslöschungsschiefe ist auf  $P + 3^{\circ} 30'$ , auf  $M + 7^{\circ} 15'$ . Sie scheinen darnach und nach der chemischen Zusammensetzung (Anal. 13) zu der von Rosenbusch<sup>1)</sup> mit vollem Recht aufgestellten Gruppe der Anorthoklasse zu gehören. Damit stimmt auch das specifische Gewicht 2.647. Einige sind ungestreift und alle haben rechtwinklige Spaltbarkeit. Ungeriefte gehen aber in geriefte über. Magneteisen in grösseren Krystallkörnern ist hin und wieder in den Kugeln vorhanden. Sonst zeigten meine Schlitze keine anderen Bestandtheile. Das Obsidianglas ist nicht perlitisch. Ausscheidungsfolge: Trichite und Belonite im Glase, Magneteisen, Anorthoklas, Sphärolithe.

Liparitperlit von Hlinik (14). Gestein grünlichgrau, fettglänzend, mit schwarzem Glimmer und Feldspath, wenig kleine Sphärolithe. Das Glas unter dem Mikroskop farblos mit Trichiten und trichitähnlichen Krystalliten erfüllt, auch kleine opake Körnchen und Belonite. Schöne perlitische Absonderung; dunkelbrauner Glimmer in kurzen, dicken Lamellen, auch in einzelnen Flittern, sparsam; reichlich Feldspath; dieser scheint ebenfalls zum Anorthoklas zu gehören (siehe oben). Auslöschung  $+ 3^{\circ}$  ( $P$ ) und  $+ 7^{\circ}$  ( $M$ ); die Durchschnitte sind nach  $c$  stark lamellenartig ausgezogen, mit feinsten Zwillingsstreifung, andere ohne eine solche.  $\angle P: M$  ist gleich  $1^{\circ} 15'$ . Manche Schnitte löschen fast gerade aus, sind aber keine Sanidine. Anfangs hielt ich einige von den Durchschnitten für solche von Sanidin, bei näherer Untersuchung erwiesen sie sich aber als ganz entschieden triklin. Bei starker Vergrösserung konnte man auch Zwillingslamellen unterscheiden, die ich bei schwacher Vergrösserung für feine Risse hielt, die dazu aber zu geradlinig waren. Viele haben schöne Lamellen, wie die feingeriefen Plagioklasse überhaupt. Die Polarisationsfarben sind lebhafter, wie gewöhnlich bei den Plagioklassen und Sanidinen. Isomorphe Umwachsung ist sehr verbreitet, wobei die inneren Theile auf  $M$  eine grössere Auslöschungsschiefe haben als die äusseren, was auf höheren Albitgehalt, wie Rosenbusch<sup>2)</sup> annimmt, hindeuten scheint. Dieses stimmt mit den Resultaten aller meiner Analysen überein, welche beweisen, dass die Natronsilicate eine grössere Tendenz zum Herausfallen in krystalliner Form aus

<sup>1)</sup> Mikroskop. Physiogr. d. Min. u. Gest. 1885, Bd. I, 2. Auflage, pag. 549.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 550.

Schmelzflüssen besitzen als die entsprechenden isomphen Kaliverbindungen. Eine Analyse des Feldspaths habe ich nicht gemacht, sie soll aber bei anderer Gelegenheit mitgeteilt werden. Die Sphärolithgebilde sind klein, spärlich und sind Felsosphärite, die kleineren Globosphärite. Der Bau ist fein radialfaserig. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Feldspath, Sphärolithe.

Der Vergleich der chemischen Zusammensetzung des Glases und der Sphärolithe in sämtlichen eben angeführten Gesteinen zeigt stets eine Verschiebung des Verhältnisses  $K_2O:Na_2O$  zu Gunsten des  $Na_2O$  in den Sphärolithen.

Molecularverhältnis des  $K_2O:Na_2O$  und der  $SiO_2$  ist:

In der Glasbasis:

	6a	9a	11a	15a
$SiO_2$ . . .	1.211	1.178	1.243	1.286
$K_2O$ . . .	0.046	0.045	0.056	0.058
$Na_2O$ . . .	0.079	0.030	0.053	0.033

In den Sphärolithen:

	7a	10a	12a	16a
$SiO_2$ . . .	1.239	1.228	1.274	1.241
$K_2O$ . . .	0.015	0.047	0.040	0.018
$Na_2O$ . . .	0.098	0.064	0.078	0.084

Das Verhältnis von  $K_2O:Na_2O$  ist ( $K_2O$  als 1 angenommen) in:

$Na_2O$	$Na_2O$	$Na_2O$	$Na_2O$
6a . . 1.7	9a . . 0.6	11a . . 1.0	15a . . 0.6
7a . . 6.5	10a . . 1.3	12a . . 2.0	16a . . 4.7

Ueberall ist eine Zunahme von  $Na_2O$  in den Ausscheidungen und eine Abnahme von  $K_2O$  im Residuum, im ersten Falle dem  $K_2O$ , im zweiten dem  $Na_2O$  gegenüber zu constatiren. Sämtliche Sphärolithausscheidungen sind saurer als das Glas, aus welchem sie auskrystallisirten oder richtiger, sich zusammenzogen. Die Menge des  $CaO$  nimmt in den Sphärolithen nicht immer zu. Die Analysen 11, 12 und 13 sind besonders lehrreich. Der vor den Sphärolithen ausgeschiedene Anorthoklas ist die natronreichste Verbindung, trotzdem im Magma ursprünglich verhältnismässig viel  $K_2O$  vorhanden war; in den Sphärolithen ist schon mehr  $K_2O$ , im Glase sind die Quantitäten der beiden Alkalien gleich. Zugleich sind die specifischen Gewichte der Ausscheidungen, trotz



des höheren Kieselsäuregehaltes, höhere als die des Glases. Dasselbe ersieht man aus den angeführten Analysen Lemberg's, sowie aus den schon citirten von Delesse und Bernath. Dabei hat die absolute Quantität der Ausscheidungen gegenüber der Quantität der Glasbasis keinen Einfluss auf das Bestehen dieser Gesetzmässigkeit im Verhältniss der Alkalien. So überwiegen im Sphärolithfels von Hlinik (8) und von El Tablon (11) die Sphärolithe, in den übrigen Gesteinen die Glasbasis.

17. Liparit von Apate, Schemnitz, (Rhyolith). Gestein.
18. Sphärolithische Basis aus 17.
19. Liparit von Schemnitz. Gestein.
20. Sphärolithische Basis aus 19.
21. Mesodacit nördlich von Kamary an der Chaussée, 15 Kilometer von Sevastopol, Krym. Gestein.
22. Sphärolithische Basis aus 21.
23. Feldspath aus dem Gestein 21.

	17	18	19	20	21	22	23
	(Gestein)	(Sphärol.)	(Gestein)	(Sphärol.)	(Gestein)	(Sphärol.)	(Feldsp.)
Si O <sub>2</sub> . .	72·48	77·53	75·82	72·69	74·57	76·05	66·52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	12·68	11·52	13·67	15·04	12·58	10·24	19·42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	2·31	0·80			2·77	3·19	1·04
Ca O . .	2·39	0·93	0·58	0·25	0·35	0·23	0·56
Mg O . .	0·73	0·15	0·05	Spur	0·30	0·38	0·19
K <sub>2</sub> O . .	4·35	4·33	6·59	8·85	3·70	4·10	1·11
Na <sub>2</sub> O . .	3·30	2·94	1·69	1·75	3·98	3·96	9·83
Glühverl.	1·31	1·41	1·07	0·94	1·04	1·23	0·81
	99·55	99·61	99·47	99·52	99·29	99·38	99·48
Spec. Gew.	2·4583	2·4071	2·4510		2·6040	2·6123	2·5960

Liparit von Apate (17) ist ein gelbröthliches, compactes Gestein von felsitischem Aussehen, makroporphyrisch durch Feldspath- und Quarzausscheidungen. Unter dem Mikroskope besteht die ganze Grundmasse (18) aus Sphärolithen mit strahligem Gefüge (Felsosphärite), deren innerer Theil durch Anhäufung von Globuliten und braunen Krystalliten dunkler bräunlich gefärbt ist, doch finden sich diese Anhäufungen bei weitem nicht in allen Sphärolithen. Porphyrisch sind ausgeschieden ein zum Theil anscheinend monokliner Feldspath, der sich aber bei genauerer optischer Prüfung wie ein trikliner verhält (andere Schnitte haben deutliche und vielfache

Zwillingslamellirung nach dem Albit- und Periklingesetz); vielleicht ein Anorthoklas. Isomorphe Umwachsung ist häufig, wobei die inneren Theile stets eine grössere Auslöschungsschiefe zeigen als die äusseren (auf  $M$  innen  $+10^\circ$ , aussen  $+1^\circ 30'$ ). Dieses würde auf eine Abnahme des  $Na_2O$ -Gehaltes von innen nach aussen hinweisen. Das  $CaO$  spielt offenbar beim Aufbau des Feldspaths eine sehr untergeordnete Rolle, wie dieses aus dem Vergleich der Bauschanalyse (2.39 Procent  $CaO$ ) und der grossen Menge makroporphyrischer Feldspathe des Gesteins erhellt. Die gut umgrenzten Krystalle führen Einschlüsse der Basis, ebenso sphärolithisch entglast, wie die sie umgebende. Doch lässt es sich nicht entscheiden, ob diese Einschlüsse nicht nur Einbuchtungen der Grundmasse sind. Auch Apatit und Gasporon treten in den Plagioklasen hin und wieder auf. Quarz ist in abgerundeten Krystallen nicht allzu reichlich vorhanden und beherbergt sphärolithische Glasbasis in Form von Einschnürungen und Einbuchtungen, auch kleine Glasdihexaëder mit Luftbläschen. Die Krystalloide kommen den Feldspathindividuen wohl an Grösse, aber nicht an Zahl gleich. Glimmer, dunkel rothbraun, in hexagonalen Blättchen und dicken Lamellen spärlicher vertreten. Ausscheidungsfolge: Apatit und Magnetitkörnchen, Glimmer Plagioklas und Quarz (welcher zuerst sich ausschied, ist nicht zu erweisen, wahrscheinlich letzterer), Sphärolithe der Basis.

Liparit von Schemnitz (ohne nähere Angabe), 19, ist ein „Mühlsteinporphyr“ von röthlich-violetter Farbe, porös und sehr rauh, darin porphyrische Quarzkörner und sehr wenig Feldspath. Die Grundmasse besteht unter dem Mikroskope aus grossen, sehr grobstrahligen Felsosphäriten, wie im vorhergehenden Gestein, mit prachtvollem Interferenzkreuz. Der Feldspath ist durchgängig Sanidin, kein Plagioklas; er ist rissig und ebenso wie der Quarz abgerundet und wie angeschmolzen. Quarz sehr reichlich in runden Körnern, Glasdihexaëder und Grundmasse führend, auch vereinzelte Flüssigkeitseinschlüsse mit träger Libelle. Wenig Glimmer, dunkelbraun, fast opak, in hexagonalen Blättchen. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Quarz, vor dem Sanidin, dann Sanidin, Sphärolithe, aus denen die Basis besteht. Quarz ist in diesem Gestein unzweifelhaft vor dem Sanidin auskrystallisirt (Einschlüsse von Quarz in Sanidin und zwischen Sanidinkrystallen eingeklemmte, kleinere Quarzkörner).

Das Gestein 21 ist makroskopisch ein schmutzig bräunlich-gelber „Orthoklasporphyr“.<sup>1)</sup> Die Grundmasse der Felsitporphyre ohne sichtbare Quarzausscheidung; isabellgelber porphyrischer Feldspath in bis zu 3 Millimeter grossen, wohlausgebildeten Krystallen. Im Handstück sehr fest und hart. Da dieses Vorkommnis noch nicht beschrieben ist und in dieser Gegend der Krym Eruptivsteine überhaupt zum ersten Mal von mir gefunden worden sind, so will ich das Auftreten desselben etwas näher schildern.

Zwischen dem jurassischen Höhenzuge, parallel dem Meeresufer, welcher von der Karanskaja Balka<sup>2)</sup> (auch Marmorschlucht genannt) an den Beginn der Gebirgskette der Südküste der Krym bildet und nach N. u. NW. sich abdacht, einem kleinen Kreidehöhenzuge in der Richtung des Flüsschens Tschernoja, welches in die Bucht von Sevastopol sich ergiesst, von W. durch den Steilabfall des tertiären Plateaus der Halbinsel Chersoneses und im O. durch die jurassischen Ausläufer des Gebirges, welches von NW. das grosse, fruchtbare Thal von Baïdar umschliesst, begrenzt, breitet sich ein Thal von circa 8 Kilometer Länge und 5 Kilometer Breite aus. Südlich davon in einem Querspalt des jurassischen Küstenzuges befindet sich die merkwürdige Bucht von Balaclava. In der Mitte dieses Thales zieht von W. nach O. ein kleiner Hügelzug, aus Neocomsandstein bestehend; die Sandsteinschichten fallen unter 20° von NO. nach SW., der südliche Theil des Thales besteht aus zu Tage getretenen Schichten des Liasschiefers, der westliche aus solchen und mitteljurassischen (?) Conglomeraten, sowie weiter aus oberem Jurakalk.

Nördlich und nordöstlich vom Neocomsandstein, unmittelbar unter ihm und die Conglomerate durchbrechend, treten Eruptivgesteine zu Tage, in einer Zone, die circa 2½ Kilometer lang und 1 Kilometer breit ist. Es sind verschiedenartige körnige granit-, diorit- und porphyrartige Gesteine, deren Eruptionszeit in die Neocomperiode fällt, mit dem eigenthümlichen Habitus der mesozoischen Eruptivgesteine, analog denen, die ich bereits früher beschrieb.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dem Orthoklasporphyr von Katzenellenbogen im Handstück ähnlich.

<sup>2)</sup> Man vermuthet, dass auf dem Plateau über dieser Schlucht der Tempel der Iphigenia gestanden hat.

<sup>3)</sup> A. Lagorio, Vergleichend petrographische Studien an massigen Gesteinen der Krym. Dorpat 1880. In dieser Arbeit wurden Gesteine vom Kloster St. Georg beschrieben, die dem hier geschilderten der mineralogischen Zusammensetzung nach und

Merkwürdigerweise ist dieses Auftreten von den zahlreichen Geologen, die die Krym besucht haben, wie auch von mir selbst früher in dieser Gegend vollständig übersehen worden, obgleich eine vielbesuchte Chaussée von Sevastopol nach dem Baidarpasse gerade an der Grenze zwischen Neocom und Eruptivgestein führt. Die Entdeckung von Eruptivgesteinen an diesem Orte ist insofern von Interesse und Bedeutung für die Geologie der Taurischen Halbinsel, als dadurch die Verbindung der isolirt scheinenden Eruptivmassive beim St. Georgskloster am Ufer des Schwarzen Meeres mit dem Zuge zu Tage tretender Eruptivgesteine nördlich und nordwestlich der Hauptgebirgskette, parallel dem Streichen der Neocomschichten, hergestellt wird. An der Chaussée, 15 Kilometer von Sevastopol, tritt das Gestein (21) zu Tage, und zwar mehr an der Peripherie der ganzen Eruptivzone. Es ist nach der von mir in der oben citirten Arbeit vorgeschlagenen Bezeichnung ein *Mesodacit*. Unter dem Mikroskop besteht die Grundmasse aus sehr regelmässigen Sphärolithen, 0.1 Millimeter im Durchmesser. In gewöhnlichem Licht erscheinen sie radialfaserig, gelb und ziemlich homogen. Doch bemerkt man bei starker Vergrösserung (Obj. 7, Hartn.) nadelförmige Krystalliten, die zu Bündeln zusammentreten und Feldspathmikrolithe aufbauen und nach allen Richtungen durcheinander geworfen sind. Das Innere der Sphärolithe zeigt ein mehr als vierarmiges, nicht mit den Nicolhauptschnitten zusammenfallendes Interferenzkreuz, nach aussen gehen sie in solche mit Aggregatpolarisation über. Ich will sie mit Cohen als granophyrische Büschel<sup>1)</sup>, richtiger granophyrische Sphärolithe, bezeichnen. Der äussere Theil besteht aus Feldspath- und Quarzmikrolithen. Die granophyrische Structur hat sich im Gestein noch nicht vollständig ausgebildet, denn das

chemisch ähnlich sind, nur fehlt ihnen die granophyrische Structur (odersphärolithische). Ich bestimmte den darin enthaltenen Feldspath als Natronorthoklas (pag. 29). Rosenbusch (N. J. 1881, II. Ref., pag. 225) erklärte meine Bestimmung für zweifelhaft und sprach den Feldspath, obgleich er das Beobachtungsmaterial nicht revidiren konnte, als einen Albit an. Meine Bestimmung war ganz richtig, denn es war kein Albit, sondern ein Natronfeldspath mit monoklinem Typus, der damals Natronorthoklas, nach Förstner's Vorschlag, hiess und heute Anorthoklas von Rosenbusch genannt wird. Klein hatte eben mit seiner Behauptung, der Pantellariafeldspath sei Oligoklas, unrecht. Das sp. Gew. des Anorthoklases vom St. Georgskloster ist 2.5830 bei 21.5° C.

<sup>1)</sup> Sammlung von Mikrophotographien von H. Cohen. 1883. Text pag. 20, Noten 3 u. 4. Taf. LXVIII.

Innere besteht aus homogenen Fasern. Schliffe aus Handstücken, die in unmittelbarer Nähe, aber etwas weiter von der Peripherie desselben Gesteinskörpers geschlagen wurden, zeigen eine weitere Individualisierung in diesen Gebilden in höchst anschaulicher Weise. Das Innere zieht sich zu einem Plagioklaskrystall zusammen, der anfangs unbestimmt begrenzt erscheint, in einem weiteren Stadium aber kurze Leistenform mit nicht immer scharfer Abgrenzung annimmt. Der äussere Theil der Sphärolithe nimmt allmählig eine granophyrische Structur an, die durch deutliche Verwachsung von Feldspaths Substanz und Quarz hervorgebracht wird und später sogar an einzelnen Stellen in mikropegmatitische überzugehen vermag. Der innere Feldspatkern verflösst sich allmählig in die granophyrischen Höfe; in einem weiteren Stadium der Zerfällung bildet das Ganze ein Aggregat von Plagioklasleisten mit Zwillingsriefung, die bereits in frühem Stadium sich herausbildet, mit einer granophyrisch-mikropegmatitischen Grundmasse und beides zusammen die Grundmasse der porphyrischen Plagioklasse und ebensolcher, aber spärlicher Quarze.

Kehren wir zu dem anfangs beschriebenen, sphärolithisch struirtten Gestein zurück <sup>1)</sup>, so ist zunächst der Zwischenraum zwischen den aneinandergedrängten Sphärolithausscheidungen durch Quarz und einen schmutzigrünen Glimmer in Blättchen erfüllt; Quarz tritt aber auch in grösseren Körnern, wenn auch vereinzelt, manchmal mit regelmässiger Umgrenzung als Kern der Sphärolithe auf. Die makroporphyrischen Feldspathe haben sehr schöne Krystallform, spalten scheinbar ganz rechtwinklig und liefern meist quadratische oder rechteckige Durchschnitte. Ihre Substanz ist durchsichtig und farblos, aber mit einem opaken Staube mehr oder weniger erfüllt. Letzterer erfüllt auch die leistenförmigen Plagioklasse der Grundmasse im späteren Stadium. Auslöschung auf  $P + 2^\circ$ , auf  $M + 10^\circ$ . Die Zwillingsriefung ist sehr schön und sehr fein, aber es treten sehr wenige Lamellen in ein und demselben Krystall auf. Die polysynthetischen Individuen treten zu Karlsbader Zwillingen oder solchen nach dem Periklingesetz zusammen, finden sich auch in nicht streng gesetzmässigen Verwachsungen. Magnetit in opaken

<sup>1)</sup> Die Analyse (21) desselben und eine andere, an einer Probe, die bereits die vollständige Herausbildung der Feldspathe der Grundmasse zeigte, angestellte, zeigten eine identische chemische Zusammensetzung.

Körnchen ist in der Grundmasse verbreitet. Ausscheidungsfolge: Apatit, Glimmer, porphyrischer Plagioklas, Quarz, Sphärolithe und Quarz der Zwischenräume, beide zugleich. Bei weiterer Individualisirung noch Plagioklas und Quarz mit Plagioklas in granophyrischer Verwachsung; alles zugleich. Es ist also ein echtes porphyrisches Gestein im Sinne Rosenbusch's<sup>1)</sup> mit zwei Generationen von Plagioklas und ebensovielen von Quarz, zuletzt ohne hyaline Basis. Die porphyrischen Plagioklase scheinen auch hier wieder Anorthoklase zu sein.

Die Analysen beweisen, dass die zuerst ausgeschiedenen Gemengtheile den Sphärolithen gegenüber, also hier in allen Fällen der Basis oder Grundmasse, mehr  $Na_2O$  im Verhältnis zu  $K_2O$  enthalten. Das Gestein (19) scheint eine Ausnahme zu bilden, weil sich vor den Sphärolithen der Grundmasse Sanidin abschied, aber die Betrachtung der Analysen 19 und 20 beweist, dass der Sanidin ein  $Na_2O$ -reicher sein muss, sonst könnte im Gesamtgestein nicht das Verhältnis  $K_2O : Na_2O = 1 : 0.4$  sein, während es in der sphärolithischen Basis  $1 : 0.3$  ist, und zwar muss der Sanidin mehr  $Na_2O$  enthalten wie die Grundmasse. Die Bauschanalyse (19) desselben Gesteins weist auch einen höheren Gehalt von  $SiO_2$  auf, als die Analyse der Grundmasse (20); derselbe erklärt sich aus dem im grosser Menge ausgeschiedenen Quarz. In Analyse (15) überwiegt wieder der  $SiO_2$ -Gehalt der Sphärolithbasis stark über denjenigen der Bauschanalyse (17), weil Quarz in geringer Menge zur Ausscheidung kam. Man ersieht aus den Analysen, dass der „sauerste“ Gemengtheil, hier der Quarz, durchaus nicht immer zuletzt gebildet wurde, und der Liparit von Schemnitz (19) ist besonders lehrreich. Zum bequemeren Vergleich sind hier die Molecularverhältnisse von  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  zusammengestellt.

	17a	18a	19a	20a	21a	22a	23a
	(Gestein)	(Sphärol.)	(Gestein)	(Sphärol.)	(Gestein)	(Sphärol.)	(Feldsp.)
$SiO_2$ . . . . .	1.208	1.292	1.263	1.211	1.242	1.267	1.108
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ .	0.146	0.120	0.134	0.147	0.150	0.131	0.200
$CaO$ . . . . .	0.042	0.016	0.010	0.004	0.006	0.004	0.01
$K_2O$ . . . . .	0.046	0.046	0.070	0.094	0.039	0.043	0.011
$Na_2O$ . . . . .	0.053	0.048	0.027	0.028	0.064	0.063	0.158
$K_2O : Na_2O$ .	1 : 1.15	1 : 1	1 : 0.4	1 : 0.3	1 : 1.6	1 : 1.46	1 : 14. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> N. J. für. Miner. 1882, Bd. II.

<sup>2)</sup>  $CaO : Na_2O = 1 : 15.8$ .

Diesen Sphärolithgesteinen reihen sich unmittelbar zwei an, die ebenfalls durch hohen  $SiO_2$ -Gehalt, Alkalireichthum und geringe Mengen von  $CaO$  und  $MgO$  charakterisirt sind.

24. Liparitpechstein aus dem Hliniker Thal. Gestein.

25. Glasbasis aus Liparitpechstein (24).

26. Dacit (Nevadit) von Summit Co. Colorado. Gestein.

27. Grundmasse aus 26.

28. Feldspath aus Dacit 26.

Die Grundmassen beider Gesteine nicht sphärolithisch.

	24 (Gestein)	25 (Glas)	26 (Gestein)	27 (Grundm.)	28 (Feldsp.)
$SiO_2$ . . .	72.98	72.60	75.07	74.96	65.49
$Al_2O_3$ . . .	14.13	13.86	{ 12.15 1.67 <sup>1)</sup>	13.67	18.74
$Fe_2O_3$ . . .					
$CaO$ . . .	1.43	0.39	0.86	0.62	0.39
$MgO$ . . .	0.17	0.25	0.14	Spur	—
$K_2O$ . . .	3.45	4.28	4.57	4.14	9.45
$Na_2O$ . . .	3.44	3.81	4.12	2.70	3.53
Glühverl. .	3.85	4.55	1.34	1.52	1.30
	99.45	99.74	99.92	99.41	98.90
Spec. Gew.	2.408	2.219	—	2.6135	2.5267

Liparitpechstein (24) durch Quarz- und Feldspathauscheidungen porphyrisch, im Handstück grünlich grau mit Fettglanz, besteht unter dem Mikroskope hauptsächlich aus einer Glasbasis, die sich absolut isotrop und durchsichtig verhält. Darin sind nur vereinzelte Belonite und sehr spärliche opake Körnchen, auch Glimmermikrolithe enthalten. Glimmer ist auch spärlich in kleinen Blättchen und Lamellen von schmutzigbrauner Farbe vorhanden. Der Quarz ist reichlich in gerundeten, nur Glasdihexaëder und Glasbasis haltenden Körnern. Der Feldspath ist ein Plagioklas, ein Theil scheinbar Sanidin, doch gehen sehr fein lamellirte Partien in lamellenfreie über, während beide die Spaltbarkeit des Orthoklases zeigen. Einzelne Krystalle zeigen im Innern die bekannten faserartigen Einlagerungen des Mikroklin, doch äusserst spärlich und sehr fein. Der Vergleich der Analyse des Gesteins und der Glasbasis weist eher auf einen Anorthoklas, als auf einen Mikroklin

<sup>1)</sup> Darin 0.05  $MnO$ . Die Analyse 26 ist von Herrn Teplitz in meinem Laboratorium ausgeführt worden.

hin. Ausser Apatit ist nichts mehr ausgeschieden worden. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Plagioklas, Quarz. Da die Basis alle Ausscheidungen umfliesst und von einander isolirt, so ist das relative Alter der anscheinend orthotomen Feldspathe und der geriefen nicht mit Sicherheit zu constatiren. Das Glas ist in geringem Grade perlitisch abgesondert, besonders um die krystallinen Ausscheidungen. Die Risse, die im Glase cyklisch verlaufen, stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Spaltrissen in den Feldspathen und den Sprüngen im Quarz. Dabei sind sie nicht secundär beim Schleifen des Präparats entstanden, da sie häufig mit einer röthlichen Masse, die aus zusammenhangslosen Partien besteht, wie eine solche häufig in den porphyrischen Quarzen vorkommt, infiltrirt sind. Die perlitische Absonderung ist hier also nachweislich nach der Ausscheidung der Minerale erfolgt, offenbar durch Zusammenziehung der ganzen Masse und sie ist insbesondere durch die stärkere Zusammenziehung der krystallinen Ausscheidungen und die dadurch bedingte Herausbildung orientirter Spaltrisse veranlasst worden.

Dacit von Colorado (26). Das Gestein graulich weiss, mit grossen, nicht sehr deutlichen Quarzbipyramiden und schneeweissen glasigen Feldspathen. Unter dem Mikroskope besteht die Grundmasse aus sehr kleinen farblosen Körnchen, die lebhaft polarisiren. Sie ist durchwegs krystallin, ohne Basis. Sie besteht offenbar aus innigverwachsenem Feldspath und Quarz. Porphyrisch zweierlei Feldspathe: ein orthotomer monokliner und ein Plagioklas. Die Analyse (28) bezieht sich auf den monoklinen; der plagioklastische wurde nicht analysirt. Auslöschungsschiefe  $+ 2.5^{\circ} (P)$ ,  $+ 12^{\circ} (M)$ . Dunkle Hornblende sehr sparsam mikroconcretionär im Gestein zerstreut. Zur Untersuchung wurde eine verhältnismässig quarzarme Probe genommen. Durchschnittsgehalt des Gesteins an  $SiO_2$ , 78.02 Procent. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Hornblende, Plagioklas, Sanidin, Feldspath und Quarz der Grundmasse. Feldspath der Grundmasse ein Plagioklas, äusserst fein gerieft, in unregelmässig begrenzten, fast ebenso breiten wie langen Leisten. Nach der Analyse der Grundmasse wahrscheinlich ein Anorthoklas. Der porphyrische Plagioklas muss nach den Analysen und den optischen Eigenschaften ein dem Albit sehr nahestehender sein. Specifisches Gewicht grösser als bei 28. Molekularverhältnisse:



	24a (Gestein)	25a (Glas)	26a (Gestein)	27a (Grundm.)	28a (Feldsp.)
$SiO_2$ . . . .	1.216	1.210	1.251	1.249	1.092
$K_2O$ . . . .	0.036	0.045	0.045	0.044	0.101
$Na_2O$ . . . .	0.055	0.061	0.066	0.043	0.057
$K_2O : Na_2O$ . . . .	1:1.5	1:1.35	1:1.46	1:1	1:0.57

Die Glasbasis (25) und die Grundmasse (27) weisen wieder dieselbe Verschiebung des Verhältnisses  $Na_2O : K_2O$  zu Gunsten des Kali in ihnen auf (cf. Anal. 24 und 26). Die  $Na_2O$ -reicheren Verbindungen haben sich auch hier früher ausgeschieden wie die  $K_2O$  haltenden. Dabei ist aus den Analysen und der Ausscheidungsfolge im Dacit (26, 27, 28) zu ersehen, dass die „Basicität“ der Feldspathe keine Rolle spielt, denn es ist wahrscheinlich, dass der Plagioklas (porphyrisch) saurer ist, als der später ausgeschiedene analysirte natronhaltige Sanidin; der Anorthoklas der Grundmasse ist wohl kaum saurer als die porphyrischen Feldspathe. Ausserdem hat sich Quarz (porphyrisch) ausgeschieden, bevor die Grundmasse krystallisirte, wie die unentglasten Glaseinschlüsse in demselben beweisen. Aus sämtlichen bereits angeführten Analysen folgt nun mit Nothwendigkeit, dass ein kieselsäure- und alkalireiches, an  $CaO$  und  $MgO$  armes oder davon freies Silicatmagma leichter mit darin gelösten  $Na_2O$ -Silicaten gesättigt, aber schwerer übersättigt wird als mit  $K_2O$ -Silicaten, mit anderen Worten — die  $Na_2O$ -Verbindungen haben in einem solchen Schmelzmagma eine grössere Tendenz sich auszuschcheiden und Krystallindividuen aufzubauen, als die entsprechenden  $K_2O$ -Verbindungen. Da die  $Na_2O$ -Silicate procentisch eine grössere Menge  $SiO_2$  beanspruchen als die analogen  $K_2O$ -Silicate, so können in solchem Magma „saure“ Verbindungen vor „basischeren“ sich ausscheiden. Sämtliche Sphärolithe<sup>1)</sup> sind  $SiO_2$ -reicher als das zurückbleibende Glas, sie sind auch  $Na_2O$ -reicher (nicht absolut, sondern in Bezug auf den Gehalt an Kali) als letzteres. Daher ist sowohl das von Rosenbusch<sup>2)</sup> ausgesprochene „Gesetz“, die Ausscheidungsfolge hänge mit der „Basicität“ zusammen, als auch der von Siemiradzki<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Rosenbusch hält die Sphärolithe für „übersauer“, freilich ohne anzuführen, was darunter zu verstehen ist. N. J. 1882, II.

<sup>2)</sup> N. J. 1882, Bd. II, pag. 7.

<sup>3)</sup> N. J. Beilageband IV, 1886, pag. 226.

aufgestellte Satz, dass die Feldspathe diesem Gesetz unterliegen, nicht streng richtig. Der Schwerpunkt liegt nicht im grösseren oder geringeren  $SiO_2$ -Gehalt, sondern ganz wo anders. Aus den Analysen (chemischen und mikroskopischen) folgt auch mit Wahrscheinlichkeit, dass, wenn das Verhältnis von  $K_2O : Na_2O$  im Magma eine gewisse Grenze erreicht und überschreitet — und zwar scheint dies das Verhältnis  $2 K_2O : 1 Na_2O$  zu sein — Sanidin, immer natronreich, herausfällt, während, wenn es unter demselben bleibt, ein trikliner natronreicher Feldspath sich bildet.<sup>1)</sup> Ein scheinbarer Widerspruch ergibt sich aus der Betrachtung der Analysen des Dacits (26, 27, 28), doch verschwindet derselbe, wenn man berücksichtigt, dass der an Menge dem Sanidin gleichkommende, zuerst ausgeschiedene Albit oder Oligoklas eine starke Anreicherung von  $K_2O$  in der zurückbleibenden geschmolzenen Basis durch seine Ausscheidung bedingte. Ueberwiegt im Magma stark das  $K_2O$ , so tritt die Massenwirkung in ihre Rechte und veranlasst die Bildung von  $K_2O$ -Silicaten. Es ist zu beachten, dass dieses Alles für's Erste nur für ein Magma, wie das oben gekennzeichnete Geltung hat. Tritt  $CaO$  und  $MgO$ , sowie  $FeO$  in irgend grösserer Menge in das Magma ein, so modificiren sie durch ihre grundverschiedene Affinität zu  $K_2O$  und  $Na_2O$  die Processe wesentlich. Die Sättigung ist in diesem Falle viel rascher erreicht. Eine Betrachtung der bei den künstlichen Gläsern gesammelten Erfahrungen, welche weiter unten ihren Platz finden wird, ergibt werthvolle Andeutungen.

Ich gehe jetzt zu Magmen über, die einen geringeren  $SiO_2$ -Reichthum, dafür aber mehr  $CaO$  und  $MgO$  aufweisen.

## II. Gesteine mit mittlerem $SiO_2$ -Gehalt.

29. Quarzandesit (Dacit)<sup>2)</sup> von Mojanda, Quito. Gestein.

30. Grundmasse aus 29.

31. Feldspath aus dem Quarzandesit 29.

32. Andesit (Trachyttypus), Nevada de Toluca, Mexico, in 2260 Toisen Höhe, Mächtigkeit 1600 Toisen (mitgebracht von A. v. Humboldt).<sup>3)</sup> Gestein.

<sup>1)</sup> Man vergleiche Analyse 19 und 14.

<sup>2)</sup> Ich bezeichne mit „Dacit“ jeden quarzhaltigen Andesit, ganz abgesehen von der Anwesenheit darin des Augits, des Amphibols oder des Glimmers.

<sup>3)</sup> Die Gesteine 29, 31 und 37 verdanke ich Herrn Akademiker J. Roth in Berlin.

33. Grundmasse mit Basis aus 32.

34. Trachyt (Andesit) von Monte Amiata, Toscana. Gestein.

35. Glasbasis aus 34.

36. Feldspath aus 34.

37. Andesit (Trachytypus) von Notre Dame de Guadeloupe in 1235 Toisen Höhe (Porphyre à base de Pechstein, A.v. Humboldt). Gestein.

38. Basis aus 37.

39. Feldspath aus Andesit 37.

	29 (Gestein)	30 (Grundm.)	31 (Feldsp.)	32 (Gestein)	33 (Grundm.)	34 (Gestein)
Si O <sub>2</sub> . . . . .	68·32	74·76	56·53	65·03	65·45	67·30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	} 19·61	{ 13·66 2·36	26·59 1·05	18·83 2·35	16·70 4·40	20·75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						
Ca O . . . . .	4·24	2·17	9·60	4·43	4·07	2·63
Mg O . . . . .	1·95	0·53	—	2·06	2·02	1·05
K <sub>2</sub> O . . . . .	1·45	2·05	0·80	2·24	2·21	4·60
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4·06	2·96	6·11	4·38	3·86	2·75
Glühverl. . . . .	0·54	0·82	0·02	1·00	1·49	0·34
	100·17	99·31	100·70	100·32	100·20	99·42
Spec. Gew. . . . .	2·7651	2·6186	2·6850	2·5892	2·5845	2·5410
		35 (Basis)	36 <sup>1)</sup> (Feldsp.)	37 (Gestein)	38 (Basis)	39 (Feldsp.)
Si O <sub>2</sub> . . . . .		72·44	62·21	64·48	68·74	52·45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	} 16·28	{ 19·29 1·08	16·50 3·47	15·05 1·91	28·47 0·65	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .						
Ca O . . . . .		0·59	1·18	4·42	2·10	11·69
Mg O . . . . .		0·20	0·05	1·60	0·63	Spur
K <sub>2</sub> O . . . . .		6·49	12·00	3·72	4·67	1·28
Na <sub>2</sub> O . . . . .		2·12	2·54	3·13	3·42	5·24
Glühverl. . . . .		1·35	1·05	2·94	3·68	0·04
		99·47	99·40	100·26	100·20	99·82
Spec. Gew. . . . .		2·2540	2·5673		2·4415	2·7020

Der Dacit 29<sup>2)</sup> ist ein licht grauröthliches Gestein, durch Feldspath und Quarz porphyrisch, von Trachytypus. Unter dem

<sup>1)</sup> Die Sanidine wurden sorgfältig ausgesucht und nur ganz reines Material zur Analyse verwendet; von etwa anhaftenden Plagioklaspartikeln und Glas wurde das Pulver der ausgesuchten Feldspathe mittelst Thoulet'scher Lösung und mit dem Elektromagneten getrennt.

<sup>2)</sup> cf. G. vom Rath, Sitzb. der niederrh. Gesellsch. f. Naturk. 15. Dec. 1873 und Z. d. d. geol. G., XXVII; 1875, pag. 303.

Mikroskope besteht es aus einer Grundmasse von kleinen rundlichen Körnchen von circa 0.03 Millimeter im Durchmesser, die an und für sich farblos und polarisierend, aber wie es scheint, nicht von gleicher Beschaffenheit sind. Dazwischen liegen in grosser Menge rothbraune Hornblendemikrolithnadeln (0.05 Millimeter), die einen förmlichen Filz um die Körnchen bilden; bei schwacher Vergrösserung erscheint daher die Grundmasse ohne Nicols gleichmässig klein flockig. Die Hornblendemikrolithe sind mit einer staubigen Substanz bedeckt. Opake Körnchen sind ebenfalls vorhanden. Der porphyrische Feldspath ist ein schön gestreifter Plagioklas (zwischen  $Ab_1 An_3$  und  $Ab_1 An_1$ ) mit zonalem Aufbau. Auslöschung für  $M = 12^\circ$ , auf  $P = 3^\circ$ , nach innen nehmen diese Winkel zu, d. h. der Feldspath wird basischer. Darin Einschlüsse von farblosem Glas, besonders im Innern, auch solche von globulitisch entglastem Glase in grösseren Fetzen; die farblosen Glaseinschlüsse mit Bläschen und von negativer Form des Wirthes, randlich keine Einschlüsse. Quarz in runden Körnern mit farblosen Glaseinschlüssen mit Bläschen. Ausserdem Krystalle von Hornblende (makroskopisch), langsäulenförmig nach  $\infty P$  (110) mit ausgebildeter Spaltbarkeit ( $56^\circ$ ), ölgrün bis braunroth, stark pleochroitisch, mit breitem Opacitrاند, manche ganz mit opaker Substanz erfüllt. Glimmer (?) opak. Magneteisen in Krystallen und Körnern. Apatit. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Hornblende, Plagioklas, Quarz, Hornblendemikrolithe, Feldspath und Quarz (?) der Grundmasse. Ob Basis vorhanden, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, vielleicht ist solche in sehr geringer Quantität, in dünnsten Häutchen vertreten. Der Mikrolithenbildung in der Grundmasse scheint eine globulitische Entglasung vorangegangen zu sein, worauf die Einschlüsse in den porphyrischen Feldspathen hinweisen. Nach der Analyse 30 zu urtheilen, scheint die Grundmasse aus Quarz, Anorthoklas und natronreicher Hornblende zu bestehen.  $K_2O$  hat sich wieder in der Grundmasse angereichert.  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$  haben darin abgenommen.

Andesit 32 (Dacit), Trachytypus. Das Gestein ist von röthlicher Farbe, mit porphyrisch ausgeschiedener Hornblende und Mikrotin. Vereinzelte Körner von Quarz. Ausserdem spärlich rothbrauner Glimmer. Die Hornblende säulenförmig, rothbraun, Opacitrاند und -Kern selten; Augit<sup>1)</sup> war in meinen Präparaten

<sup>1)</sup> Roth, Allg. und chem. Geol. Bd. II, pag. 316.

nicht vorhanden, dafür aber spärlich mikroporphyrisch noch eine grünlichbräunliche Hornblende (Spaltbarkeit 56%). Magnet Eisen spärlich. Plagioklas einzeln und zu Gruppen aggregirt, mit farblosen und auch globulitisch entglasten Glaseinschlüssen, mit den optischen Eigenschaften des Andesins. Die Krystalle kurz leistenförmig, nur theilweise scharf begrenzt; zonaler Bau. Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetz. In der an sich farblosen, mikrofelsitisch entglasten, isotropen Basis liegen lange Leisten von Plagioklas und sehr zahlreiche spießige Mikrolithe von rothbrauner Hornblende. Diese drei Gemengtheile bilden die Grundmasse. Die Basis liess sich von den darin ausgeschiedenen Feldspathen und Hornblendemikrolithen nicht trennen. Nach der Analyse (33) der Grundmasse muss dieselbe aus einem saueren Glase bestehen und kalireicher sein als das Gesamtgestein. Dieses Gestein ist eines der seltenen Beispiele einer sehr ähnlichen Zusammensetzung des Gesteins und der darin enthaltenen Grundmasse unter den nicht allzu saueren Gesteinen. Aber es wird gerade dadurch interessant und zeigt, dass die geringe Verschiebung des Verhältnisses des  $K_2O$  zu  $Na_2O$  zu Gunsten des  $K_2O$  in der Grundmasse, nach der Ausscheidung der porphyrischen Gemengtheile, die Krystallisationsfähigkeit beschränkte und die Basis glasig, respective mikrofelsitisch erstarren liess. Vorher schieden sich aber noch die Verbindungen mit den zweiwerthigen Metallen und höchst wahrscheinlich auch ein Theil des Natrons in Form von Hornblendemikrolithen und Feldspathen (der Grundmasse) aus. Ausscheidungsfolge: Magnet Eisen und Apatit, Glimmer und Hornblende, Plagioklas und Quarz, Hornblendemikrolithe und Feldspathe der Grundmasse.

Trachyt (Andesit?) von Monte Amiata (34).<sup>1)</sup> Röthlich, porphyrisch durch ausgeschiedene ziemlich grosse glasige Feldspathe; etwas porös, leicht zerdrückbar, ausserdem makroskopisch kleine Augite und spärlich Glimmer. Unter dem Mikroskope besteht die Grundmasse aus einem gleichmässigen, an sich farblosen, hier und da verschwommen fleckig und schwach polarisirenden Glase. Dasselbe wird von einer grossen Menge brauner nadelförmiger Mikrolithe

<sup>1)</sup> G. vom Rath, Z. d. d. g. G. 1865, 17, pag. 412. Sanidin-Oligoklasttrachyt? Das untersuchte Gestein ist wahrscheinlich ein Zwischentypus zwischen dem Trachyt und Liparit von Monte Amiata. Es stammt aus einer alten italienischen Sammlung des hiesigen Museums und seine Provenienz ist unzweifelhaft.

erfüllt. Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob dieselben dem Augit oder der Hornblende angehören, doch möchte ich eher für letztere mich entscheiden. Sie sind radialcentrisch angeordnet, nicht dichte sphärolithische Gebilde aufbauend, sondern nur wenige Strahlen (die sich auch im Centrum nicht berühren) um einen gemeinsamen Mittelpunkt bildend. Die Basis ist auch zum Theil globulitisch; einzelne Partien sind farblos, frei von allen Ausscheidungen und ziemlich scharf sich abhebend. In den Poren ist Tridymit vorhanden. Kein Quarz und keine Feldspathmikrolithe in der Grundmasse. Porphyrisch darin: Plagioklas, mit sehr grossen Mengen von Basis erfüllt, die feingerieften Krystalle zu Gruppen aggregirt, auch einzeln, kleiner als die Sanidine. Der Plagioklas wurde nicht analysirt, weil er zu verunreinigt erschien. Die Auslöschung circa  $-10^\circ (P)$  und  $-22^\circ (M)$  weist auf einen Labrador ungefähr von der Zusammensetzung  $Ab_2 An_8$  hin. Der Sanidin, von reiner Substanz, rissig und nur vereinzelte farblose Glaseinschlüsse mit grossen Bläschen führend, umwächst manchmal randlich den Plagioklas, wenn auch selten. Die Krystalle gross, meist etwas abgerundet. Augit grünlichgelb, auch röthlich mit Opacitrand, rissig, mit der entsprechenden Spaltbarkeit, in kurzen Krystallen und Körnern. Manchmal ist er von einem dunkelbraunrothen Glimmer umwachsen. Derselbe Glimmer in Lamellen und Blättchen spärlicher als der Augit im Gestein vertheilt. Er ist randlich oder auch vollständig mit Opacit erfüllt. Magneteisen spärlich in Körnern. Apatit sehr selten. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Augit, Glimmer, Plagioklas, Sanidin, Mikrolithe der Grundmasse (Basis). In der Basis ist wieder eine recht beträchtliche Verschiebung des Verhältnisses  $K_2O:Na_2O$  zu Gunsten des  $K_2O$  eingetreten. Nach der Ausscheidung der Augite und des Glimmers, sowie der Plagioklasse, musste eine starke Anreicherung von  $K_2O$  in der übrigen Masse eintreten, damit war die Bedingung zur Ausscheidung des Sanidins gegeben, zugleich musste der alkalireicher gewordene, noch flüssige Grundteig kaustisch auf die vorgebildeten Augite und den Glimmer wirken, so entstand der Opacitrand.<sup>1)</sup> Die von mir

<sup>1)</sup> Doelter und Hussak, N. J. 1884, II, pag. 19 ff. Aus den Versuchen der Autoren scheint hervorzugehen, dass ein alkalireicheres Magma energischer wirkt als ein alkaliarmes; z. B. wurde Fassait im Augitmagma kaum angegriffen. Es ist zu bedauern, dass diese interessanten Versuche nicht weiter ausgedehnt

durch ein kleines Experiment bestätigte<sup>1)</sup> Auffassung von Zirkel über den Ursprung des Opacitrandes hat sich seitdem als vollkommen richtig erwiesen.

Rosenbusch<sup>2)</sup> versucht die Erscheinung, dass in einem Gestein, in welchem sich eine holokrystalline Grundmasse entwickeln konnte, der Opacitrand breiter sei, in solchen dagegen mit glasiger Basis fehle (?), dadurch zu erklären, dass sich in Letzteren die Verfestigung vollzog, ehe Zustände eintreten konnten, die die Existenz des Biotit z. B. gefährdeten. Es ist allerdings nicht ganz klar, welche „Zustände“ gemeint sind, aller Wahrscheinlichkeit wird aber die voraussichtlich raschere Erkaltung der Grundmasse bei glasiger Ausbildung in Anspruch genommen. Nun ist die Einwirkungsdauer der corrodirenden Schmelze in dem Sinne von keinem Belang für die Bildung eines Opacitrandes, als auch bei kürzester Einwirkung sich um den Glimmer z. B. ein Augit-Magnetit(?) - Rand bildet.

Ein braunrother Biotit aus Liparit von Martinique wurde der Einwirkung eines schmelzenden Magma, welches sauer und alkalireich war (circa 69 Procent  $SiO_2$  und 10 Procent  $[K_2O + Na_2O]$ ), unterworfen. Nach Verlauf einer halben Stunde war dasselbe im Leclerc-Forquignon'schen Ofen flüssig geworden, hierauf kalt gestellt. Die Masse war ganz glasig, der Glimmer zeigte aber im Dünnschliff einen opaken Saum. Es genügt also eine fast momentane Einwirkung, um den nöthigen Effect unter Umständen hervorzubringen; in der Natur wird wohl kaum eine so rasch vor sich gehende Erkaltung stattfinden, auch nicht in schmalen Gängen, geschweige denn in mächtigen Lavaströmen oder Stöcken und Massiven; daher ist die Zeit nicht in Betracht zu ziehen. In erster Linie ist die Ursache der corrodirenden Wirkung des Schmelzflusses auf die bereits auskry-

---

werden; die bis jetzt angestellten Versuche erlauben sehr wenig sichere Schlüsse auf die Wirkung der Hauptcomponente, der chemischen Natur des Magma. Dazu müsste ein und derselbe Gemengtheil der Einwirkung verschieden zusammengesetzter Magmen unterworfen und umgekehrt verschiedene Repräsentanten einer isomorphen Reihe in ein und dasselbe Schmelzmagma eingesenkt werden. Als Schmelzmagma würden sich Grundmassen ohne den zu prüfenden Gemengtheil, womöglich basishaltige, wohl eher eignen, als Gesteine, die ja schon gesättigte oder übersättigte Lösungen darstellen.

<sup>1)</sup> Lagorio, Andesite des Kaukasus. 1878, pag. 25 u. 28. und Zirkel, Ber. d. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1877, pag. 197.

<sup>2)</sup> Mikrosk. Physiogr. Bd. I, 2. Aufl., pag. 484.

stallisirten Gemengtheile in der veränderten chemischen Zusammensetzung, die der noch flüssige Theil durch Ausscheidung einer nachfolgenden Generation von Gemengtheilen erfährt, zu suchen. Diese Veränderung ist aber, wie es scheint, noch nicht genügend zum thätigen Angriff auf die bereits formirten Minerale. Es bedarf dazu noch eines weiteren Umstandes.

Es ist bekannt, dass die Silicate beim Schmelzen eine spezifische Volumvergrößerung erfahren<sup>1)</sup>, folglich findet auch beim Erstarren, oder richtiger beim Uebergang aus dem amorphen in den krystallisirten Zustand eine Verdichtung statt, dabei muss aber Wärme entwickelt werden, es findet eine Temperatursteigerung statt. Wenn diese auch gering sein mag, so wird sie doch die lösende Wirkung des noch geschmolzenen Antheils des Magma erhöhen, umsomehr, als diese Temperatursteigerung ziemlich plötzlich eintreten muss, wie die Untersuchungen Kopp's<sup>2)</sup> über die Volumveränderung schmelzender Körper darthun. Dieses erklärt zur Genüge das häufigere Auftreten opaker Ränder und anderer Corrosionserscheinungen an Krystallen in Gesteinen, in denen nach Ausscheidung primärer Gemengtheile weitere Krystallisationen stattfanden.

Andesit (37) von Notre Dame de Guadeloupe. Grau, fettglänzend, kleinporphyrisch durch Feldspath. Unter dem Mikroskope porphyrische Plagioklase, mit zonalem Bau, leistenförmig, scharf begrenzt. Darin Einschlüsse eines bräunlichen homogenen Glases mit und ohne Bläschen, central oder peripherisch gehäuft, auch unregelmässig vertheilt, vereinzelte farblose Einschlüsse, ebenso Magnetitkörnchen. Augit hell braungrünlich, in kurzen Prismen und Körnern, ohne Opacitrand; darin Glas- und Magneteisen. Magnetit in grösseren Krystallen und winzigen Körnern in der Grundmasse und in den porphyrischen Gemengtheilen. Die Grundmasse ist eine isotrope, farblose Basis mit spärlichen Feldspathmikrolithen, von kleinen Beloniten und Körnchen erfüllt. Ausscheidungsfolge: Magnetit und Apatit, Augit, Plagioklas, Entglasungsproducte der Basis. Die Basis ist sehr sauer, kalk- und magnesiaärmer als das Gesamtgestein, dafür  $K_2O$ -reicher. Sie ist pechsteinartig nach dem  $H_2O$ -Gehalt zu urtheilen.

<sup>1)</sup> cf. Die vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Messungen bei J. Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 52.

<sup>2)</sup> Lieb. Annalen. 1855, 93, 125.



Trotz des ziemlich hohen Gehalts an Kieselsäure ist der Feldspath ein basischer Andesin. Molekularverhältnisse:

	29a (Gestein)	30a (Grundm.)	31a (Feldsp.)	32a (Gestein)	33a (Grundm.)	34a (Gestein)
$SiO_2$ . . . . .	1·138	1·245	0·942	1·083	1·091	1·122
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .	0·192	0·157	0·271	0·207	0·207	0·203
$CaO$ . . . . .	0·075	0·039	0·171	0·079	0·073	0·047
$K_2O$ . . . . .	0·015	0·021	0·009	0·023	0·024	0·049
$Na_2O$ . . . . .	0·065	0·047	0·099	0·070	0·062	0·044
$K_2O : Na_2O = 1 : 4·33$		1 : 2·24	1 : 1·1	1 : 3·0	1 : 2·6	1 : 0·9
$Na_2O : CaO = 1 : 1·17$		1 : 0·83	1 : 1·7	1 : 1·11	1 : 1·18	1 : 1

	35a (Basis)	36a (Feldsp.)	37a (Gestein)	38a (Basis)	39a (Feldsp.)
$SiO_2$ . . . . .	1·207	1·037	1·075	1·146	0·974
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .	0·169	0·199	0·196 <sup>1)</sup>	0·166	0·285
$CaO$ . . . . .	0·011	0·021	0·078	0·037	0·208
$K_2O$ . . . . .	0·069	0·128	0·039	0·049	0·013
$Na_2O$ . . . . .	0·034	0·41	0·050	0·055	0·086
$K_2O : Na_2O = 1 : 0·5$		3 : 1	1 : 1·3	1 : 1·12	1 : 6·6
$Na_2O : CaO = 1 : 0·3$		2 : 1	1 : 1·56	1 : 0·67	1 : 2·41

Ueberall ist eine Zunahme von  $K_2O$  gegenüber dem  $Na_2O$  in der Grundmasse, respective Basis, zu constatiren. Das Gestein von Monte Amiata (34) enthält Sanidin, welcher sich nach dem Augit, Glimmer und Plagioklas ausschied. Berechnet man die Zusammensetzung des noch geschmolzenen Theiles des Magma zur Zeit der Ausscheidung des Sanidins und nach der Ausscheidung der genannten Bestandtheile aus den Analysen des Sanidins (36) und der Basis (35), indem man das Verhältnis dieser letzteren zu 3 Basis und 1 Sanidin annimmt, was dem Verhältnis derselben im Gestein ungefähr entspricht, so erhält man ein saures, kalireiches Magma von der Zusammensetzung:  $SiO_2$  69·88,  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  17·30,  $CaO$  0·71,  $K_2O$  7·78,  $Na_2O$  2·22.<sup>2)</sup> Daraus folgt das Molekularverhältnis  $Na_2O : K_2O = 1 : 2·3$  und  $K_2O + Na_2O : SiO_2 = 1 : 9·82$ . Es waren also die Bedingungen zur Sanidinausscheidung gegeben.<sup>3)</sup> Lemberg<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>  $Fe_2O_3$  ist als  $Al_2O_3$  berechnet,  $Al_2O_3 = 0·161$ ;  $Fe_2O_3 = 0·022$ .

<sup>2)</sup> Die Zahlen sind nicht auf 100 umgerechnet, sondern direct aus den Werthen in der Analyse, weil für unsere Zwecke nur die Verhältniszahlen von Wichtigkeit sind.

<sup>3)</sup> cf. p. 457.

<sup>4)</sup> Z. d. d. g. G. 1883, pag. 562.

hat schon früher darauf hingewiesen, dass ein Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des Gesteins und der dasselbe aufbauenden Gemengtheile statthaben muss; neuere Untersuchungen an gesteinsbildenden Pyroxenen von Mann<sup>1)</sup> und Merian<sup>2)</sup>, sowie Doelter<sup>3)</sup> und andere haben einen solchen Zusammenhang erwiesen. Dasselbe muss auch für die Feldspathe in Anspruch genommen werden. G. vom Rath's<sup>4)</sup> schöne Untersuchungen an den Andesgesteinen und deren negatives Resultat stehen nur im scheinbaren Widerspruch zu dieser Annahme. Nicht das Gesamtgestein oder die Bauschanalyse ist mit der Analyse des Feldspathes zu vergleichen, sondern es muss die jeweilige chemische Zusammensetzung des geschmolzenen Antheils des Gesteins zur Zeit oder richtiger unmittelbar vor der Ausscheidung des in Frage stehenden Feldspathes oder anderen Gemengtheils eruiert und mit der Zusammensetzung dieses letzteren verglichen werden. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass eine solche Beziehung stattfinden muss. Da sämtliche silicatische Gemengtheile der Eruptivgesteine nicht Verbindungen von ganz bestimmter, unveränderlicher Zusammensetzung sind, sondern als Mischungen in veränderlichen Verhältnissen gewisser constanter (isomorpher) Grundverbindungen aufgefasst werden müssen, so sind Massenwirkungen offenbar ausschlaggebend für das quantitative Verhältnis letzterer beim Zusammentritt zu solchen Mischungen, d. h. zu krystallisirten Mineralen. Die Massenwirkungen aber lassen sich doch nicht wegleugnen, und ein Chemiker wird diese ganze Frage für gar keine Frage halten, die Sache ist eben selbstverständlich. Leider sind wir Geologen, seit L. v. Buch's dolomitisirenden Magnesiadämpfen, gewohnt, für uns ganz besondere physikalische und chemische Gesetze zu beanspruchen und es ist noch in neuester Zeit dafür eine Lanze gebrochen worden.<sup>5)</sup> Dass bei den Augiten der Einfluss der Gesamt-

<sup>1)</sup> N. J. Beilage-Bd. II, 172.

<sup>2)</sup> N. J. Beilage-Bd. III, 252.

<sup>3)</sup> Die Vulcane der Capverden und ihre Producte. Graz 1882.

<sup>4)</sup> Z. d. d. g. G. 1875, 27, 295.

<sup>5)</sup> H. Reusch, Ueber Vulcanismus, deutsch v. Herrmann. Berlin. 1833, pag. 33. Er sagt: „Es ist überhaupt an der Zeit, dass es nicht mehr in demselben Grade, wie früher, den räsonnirenden Physikern überlassen wird, die Frage von der Ursache des Vulcanismus zu beantworten. Das Problem ist naturhistorisch und muss in erster Linie von den beobachtenden Naturhistorikern, in diesem Falle also den Geologen, behandelt werden.“

zusammensetzung des Gesteins auf die jeweilige Zusammensetzung des pyroxenischen Gemengtheiles evident ist, wird wohl darin zu suchen sein, dass der Augit zu den zuerst ausgeschiedenen Gemengtheilen gehört, während die Feldspathe meist erst später aus einer von der chemischen Gesamtzusammensetzung des Gesteins beträchtlich abweichenden, durch vorausgegangene Ausscheidungen bereits ganz veränderten Matrix krystallisiren. Wo der Feldspath sich zuerst ausschied (ein Theil der Diabase), da ist ein solcher Zusammenhang auch nachweisbar. Doch lassen sich die alten Gesteine aus bereits entwickelten Gründen nicht ohne Einwurf zur Beweisführung heranziehen. Ob sich dann im Magma dieses oder jenes Mineral ausschied, d. h. die einen oder anderen von einander verschiedenen Grundverbindungen sich bildeten, die zu qualitativ verschiedenen Mischungen zusammentraten, wird nicht allein von der chemischen Zusammensetzung des jeweiligen Magma allein abhängen, sondern es müssen hierbei noch andere Factoren mitwirken, die massgebend sind. Dazu gehört auch bei sich später ausscheidenden Gemengtheilen unter anderem die Natur der bereits vorher festgewordenen Minerale. Doch diese Fragen sollen weiter unten im Abschnitt III Gegenstand der Untersuchung sein.

40. Andesit (Trachytypus) vom Hliniker Thal, Ungarn. Gestein.

41. Glasbasis aus 40.

42. Feldspath aus Andesit 40.

43. Vitroandesit<sup>1)</sup> (Basalttypus) von Bohunitz in Ungarn. Gestein.

44. Basis aus 43.

45. Feldspath aus 43.

46. Vitroandesit (Trachytypus), Auswürfling des Merapi. Java. December 1876. Gestein.

<sup>1)</sup> Ich will in der Folge die stark glasigen Repräsentanten der verschiedenen Gesteinsreihen mit dem vorgesetzten Vitro kennzeichnen, z. B. Vitroandesit. Vitrobasalt, sämtliche Gläser dagegen nach Cohen's Vorschlag (N. J. 1880. II, pag. 58) mit Obsidian, wasserhaltige mit Pechstein bezeichnen. Mir scheint der Name Vitrobasalt z. B. viel passender und auch wohlklingender zu sein als „Magma-basalt“. Da jetzt das Wort „Magma“ ganz allgemein in einem anderen Sinne, wie Glasbasis, was doch Magma in diesem Falle bezeichnen soll, gebraucht wird, so möge es erlaubt sein, dasselbe durch das bei den alten Gesteinen bereits eingebürgerte vorgesetzte „Vitro“ zu ersetzen.

47. Basis aus 46.

48. Feldspath aus 46.

49. Andesit (Trachyttypus), vom Abhang des Irazu bei Carthago, Costarica, in 6000' Höhe. Gestein.

50. Basis aus 49.

51. Feldspath aus Andesit 49.

Anhangsweise sei hier noch ein älteres Gestein angeführt:

52. Vitrophyrit v. d. Rasta, Recoaro. Gestein.

53. Basis daraus.

54. Feldspath aus 52.

	40 (Gestein)	41 (Basis)	42 (Feldsp.)	43 (Gestein)	44 (Basis)
$SiO_2$ . . . . .	62.54	70.19	55.42	62.30	66.98
$Al_2O_3$ . . . . .	23.56	17.19	28.01	17.45	16.55
$Fe_2O_3$ . . . . .			1.09	5.50	3.50
$CaO$ . . . . .	4.75	2.50	9.12	4.20	2.84
$MgO$ . . . . .	1.15	0.53	Spur	1.21	0.62
$K_2O$ . . . . .	2.43	3.89	0.79	2.90	3.26
$Na_2O$ . . . . .	3.16	3.30	5.10	2.95	2.19
Glühverlust . . . . .	1.75	2.31	0.52	2.70	2.99
	99.35	99.91	100.05	99.21	98.93

Spec. Gew. . . 2.6941    2.4140    2.6890    2.5945    2.5163

	45 (Feldsp.)	46 <sup>1)</sup> (Gestein)	47 (Basis)	48 (Feldsp.)	49 <sup>2)</sup> (Gestein)
$SiO_2$ . . . . .	51.17	57.76	65.05	53.95	56.73
$Al_2O_3$ . . . . .	29.71	18.39	17.60	27.45	20.44
$Fe_2O_3$ . . . . .	1.24	7.51	3.10	1.09	5.71
$CaO$ . . . . .	13.08	6.21	3.58	11.48	7.23
$MgO$ . . . . .	Spur	3.34	1.05	Spur	2.58
$K_2O$ . . . . .	0.57	2.61	4.16	0.79	2.45
$Na_2O$ . . . . .	3.62	3.63	3.54	4.51	3.73
Glühverlust . . . . .	1.07	0.94	1.56	0.48	0.54
	100.46	100.89	99.64	99.75	99.41

Spec. Gew. . . . 2.6995    2.6640    2.3757    2.6900

<sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> Das Gestein 46 verdanke ich Herrn Prof. F. Zirkel, 49 erhielt ich von Herrn Akademiker J. Roth in Berlin.

	50 (Basis)	51 (Feldsp.)	52 <sup>1)</sup> (Gestein)	53 (Basis)	54 (Feldsp.)
$SiO_2$ . . . . .	59.22	53.65	62.71	69.41	52.01
$Al_2O_3$ . . . . .	21.34	28.73	15.26	14.18	30.32
$Fe_2O_3$ . . . . .	4.13	0.80	3.58	2.03	—
$CaO$ . . . . .	6.63	11.67	4.77	1.91	12.68
$MgO$ . . . . .	2.34	Spur	1.82	0.48	Spur
$K_2O$ . . . . .	2.89	1.20	1.41	2.21	0.52
$Na_2O$ . . . . .	3.63	4.55	3.71	3.81	3.44
Glühverlust . . . . .	0.58	0.30	5.87	6.51	0.58
	100.76	100.30	99.13	100.59	98.55
Spec. Gew. . . . .	2.6036	2.7012	2.4670	2.3462	2.6785

Andesit 40. Hellgrauröthliches, rauhes, etwas poröses Gestein, porphyrisch durch kleine Feldspathe ( $Ab_1$   $An_1$  cf. Anal. 42) und tobackbraunen Glimmer. Unter dem Mikroskop besteht dasselbe aus einer vorwaltenden mikrofluidal struirten Basis, die von kleinen Körnchen und spiessigen farblosen Krystalliten erfüllt wird. Sie ist farblos, isotrop. Darin liegen regellos zerstreut, einzeln und sich häufend braunröthliche sphärische Gebilde von 0.1—0.2 Millimeter Grösse. Sie sind nicht radialfaserig, sondern verworren filzig struit; der Filz besteht aus gelblichen Faserkrystalliten, die Farbe der Sphärolithe wird aber hauptsächlich durch bräunliche, nur bei stärkster Vergrösserung (Hartn. Obj. 9) wahrnehmbare Globuliten hervorgerufen. Diese Gebilde sind absolut isotrop; sie sind sowohl in der Basis zerstreut, als auch den porphyrischen Ausscheidungen, wie Plagioklas, Glimmer, Augit und Hornblende angelagert. Analyse 41 bezieht sich auf das Glas und diese Gebilde zusammen. Ihr spezifisches Gewicht ist um ein Unbedeutendes niedriger als dasjenige des Glases. Der braunrothe Glimmer ist in unregelmässigen Blättchen und hexagonalen Tafeln im Gestein vertheilt, ragt auch häufig in die Poren hinein. An Grösse der Durchschnitte ist er dem Feldspath gleich. Hornblende in prismatischen nicht sehr scharf begrenzten Krystallen (Spaltbarkeit  $56^\circ$ ), von grüngelblicher bis dunkelbraungrüner Farbe (stark pleochroitisch) tritt in geringerer Quantität als der Glimmer auf. Augit in kurzen Prismen von ganz heller, in's gelbgrüne fallender Farbe (Spaltbarkeit circa  $90^\circ$ ) ebenfalls anwesend (kaum pleochroitisch). Sowohl Hornblende, als auch Augit etwas kleiner in den Dimensionen als der Glimmer. Merkwürdigerweise

<sup>1)</sup> Glühverlust =  $H_2O$ , keine  $CO_2$ .

nur am Augit sehr schwache Corrosionserscheinungen. Magnetitkörnchen in der Grundmasse, den Plagioklasen und den übrigen Gemengtheilen. Apatit hauptsächlich im Glimmer. Plagioklas in wohl umgrenzten, häufig isomorph geschichteten Krystallen, mit randlichen Glaseinschlüssen und Basisbrocken. In den Poren manchmal Tridymit. In der Basis winzige polarisirende Körnchen (Plagioklas?) sehr spärlich. Ausscheidungsfolge: Magnetit und Apatit, Glimmer, Hornblende, Augit, Plagioklas, sphärische Gebilde der Basis.

Vitroandesit 43<sup>1)</sup> ist ein schwarzes, fettglänzendes Gestein mit spärlichen, sichtbaren Feldspathen. Das untersuchte Gestein ist viel glasreicher als andere, die ich Gelegenheit hatte zu untersuchen. So ist ein äusserlich ähnliches Handstück mit der Etiquette „Bohunitz“, welches mir freundlichst Herr Prof. Zirkel überliess, und ein anderes von Stürtz in Bonn mit dem Fundorte „Bohonya“ viel ärmer an Glasbasis. Die Basis ist vollkommen isotrop, bräunlich und bildet einen die anderen Gemengtheile weit überwiegenden Grundteig. Darin sind Augitmikrolithe mit anhängenden Magnetitkörnchen und Magneteisen ausgeschieden, wenn auch nicht allzu reichlich; Plagioklasmikrolithe nur ganz vereinzelt. Der porphyrische Plagioklas ist recht rein, führt wenige, aber grosse Einschlüsse von schlackigen Partikeln, Augit und Magneteisenkörnern. Auch Apatit ist in den Feldspathen vorhanden. Die Plagioklasse sind spärlich, aber gut ausgebildet, ohne isomorphe Schichtung. Zwillingstreifung nach dem Albit- und Periklingesetz. Nach der Analyse und optischen Orientirung, womit auch das specifische Gewicht stimmt, sind es Feldspathe der Labradorreihe ( $Ab_1 An_3$ ). Der Augit, von heller, in's gelbgrüne fallender Farbe, in Krystallen und Krystallkörnern, kommt dem Feldspath an Quantität gleich. Kein Opacitrand. Magneteisen ist in zwei Generationen vorhanden. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Augit, Plagioklas, dann Magnetit, Augit, Feldspathmikrolithe in der Basis. Der Feldspath ist hier wieder ein, im Vergleich zu der Zusammensetzung des Gesteins basischer, dafür ist auch die Basis eine kieselsäureärmere als im Gestein 40 (cf. Anal. 41). Das Glas ist in beiden Gesteinen  $K_2O$ -reicher und  $CaO$ -ärmer.

<sup>1)</sup> cf. Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 321.

Mineralog. und petrogr. Mitth. VIII. 1887. (A. Lagorio.)

Vitroandesit 46, sowie das folgende Gestein 49 sind durch den vollständigen Mangel an  $H_2O$ -Gehalt ausgezeichnet. Das Gestein von Merapi ist grau, an der Oberfläche fettglänzend, trachytisch. Recht viele porphyrische Plagioklase, klein, glasig. Unter dem Mikroskope eine Grundmasse, die quantitativ die Einsprenglinge überwiegt. Die Glasbasis farblos bis hellbräunlich, isotrop; darin Augitmikrolithe in Stäbchen, mit anhängenden opaken Körnchen, Plagioklasmikrolithe in Leistenform, beides reichlicher als im Gestein von Bohunitz. Kein Sanidin. Der Plagioklas in ausgebildeten, meist kurzleistenförmigen Krystallen führt reichlich grosse Schlackeneinschlüsse und Augitkörner, ebenso Magnetit und Apatit, er ist oft isomorph geschichtet. Augit ganz analog demjenigen im Gestein 43. Ueberhaupt ist die Mikrostruktur dieselbe wie die des letzteren Gesteins, nur ist 46 an reiner Glasbasis ärmer und das Gestein an Einsprenglingen reicher, auch ist etwas Hypersthen vorhanden. Magnetit in Krystallen und in winzigen Körnern. Ausscheidungsfolge genau dieselbe wie im Gestein von Bohunitz; vor Augit noch Hypersthen. Trotz des höheren  $CaO$ - und  $MgO$ -Gehaltes ist der Feldspath ein sehr ähnlicher ( $Ab_3 An_1$ ), wenn auch etwas saurer als in 43. Vergleicht man aber die Analysen 43 und 46, so bemerkt man sofort den höheren  $Na_2O$ -Gehalt in 46. Da das  $Na_2O$  und der  $CaO$  isomorphe Silicate bilden, die grosse Affinität zu einander besitzen und gern zusammenreten,  $K_2O$ -Silicate aber sehr ungern und in sehr geringer Quantität mit  $CaO$ -Silicaten sich verbinden, so wird dieser Umstand erklärlich. Dem grösseren Gehalt an Eisen entspricht in 46 ein höherer Gehalt an Magneteisen in der Grundmasse und unter den Einsprenglingen, also in zweiter und erster Generation.

49<sup>1)</sup> ist ein dunkelgraues Gestein vom Habitus des Andesit 46. nur etwas porös. Die Grundmasse besteht aus einer untergeordneten, farblosen oder kaum bräunlich gefärbten Basis, in welcher zahlreiche Augitmikrolithe, besser ausgebildet als in 43 und 46, Feldspathleistchen und reichlich Magneteisenoktaëderchen liegen. Mikrotine (c.  $Ab_3 An_1$ ) reichlich, mit schöner Zwillingsriefung und zahlreichen Glaseinschlüssen, meist peripherisch. Augit hell gelbgrünlich, rissig, die Krystalle zu Gruppen aggregirt, zwischen denselben

<sup>1)</sup> Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 332.

oft ein braunes, ganz homogenes Glas, auch Hypersthen sparsam vertreten. Magneteisen in grossen Oktaëdern, besonders viel in und um die Augite. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Hypersthen, Augit, Plagioklas. In der Grundmasse: Magneteisen, Augit, Plagioklas. Sanidin ist nicht vorhanden. Die Analysen 49, 50 weisen darauf hin, dass die Basis wieder kalireicher ist; sie konnte nicht vollständig von den Augit- und Feldspathmikrolithen befreit werden.

Alle drei Gesteine 43, 46 und 49, besonders aber die beiden letzteren, sind echte typische augitführende Andesite, wie solche die Laven der hohen Vulcane des Kaukasus, der Cordilleren und Mexikos zusammensetzen. Ich will hier nochmals die Undurchführbarkeit der Trennung in Hornblende- und Augitandesite betonen.<sup>1)</sup> Das Gestein 40 ist in dieser Beziehung sehr lehrreich. Die Untersuchungen von Siemiradzki<sup>2)</sup> an den Gesteinen aus Ecuador (Alausi, Tungurahua) haben dasselbe Resultat ergeben. Die Eintheilung in trachytische und basaltische Andesite, ganz abgesehen vom Gehalt an Biotit, Hornblende oder Augit, halte ich dem Vorschlage Gümbeľ's<sup>3)</sup> gemäss für die den natürlichen Verhältnissen, sowie auch dem geologischen Verhalten am meisten Rechnung tragende.

Schliesslich ist noch das Gestein 52, ein Vitrophyrit, kurz zu schildern. Dasselbe ist bereits chemisch und mikroskopisch von Gümbeľ<sup>4)</sup> und von Lasaulx<sup>5)</sup> untersucht worden. Da dasselbe analog überhaupt allen Gesteinen eine wechselnde Zusammensetzung, wie aus den Analysen der beiden Forscher hervorgeht, besitzt, so will ich die mikroskopische Analyse des Handstückes, an dem meine chemischen Analysen ausgeführt worden sind, anführen.

Dunkelbraunschwarzes Gestein mit porphyrischem Glimmer, Hornblende und glasigem Feldspath. Unter dem Mikroskope: die Grundmasse ganz isotrop, farblos, aber durch eingelagerte

<sup>1)</sup> cf. Lagorio, Andesite des Kaukasus. 1878, pag. 7.

<sup>2)</sup> N. J. Beilage-Bd. IV, 1885, pag. 195 ff.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. d. Münchn. Akad. d. Wiss. 1881, pag. 366.

<sup>4)</sup> Sitzungsber. d. Münch. Akad. d. Wiss. 1876, pag. 288 u. 1879, pag. 36, Glas auch analysirt (Schwager).

<sup>5)</sup> Z. d. d. g. G. 1873, pag. 334.



kleinste Körnchen, Härchen und dunklere Schlacken, bei schwacher Vergrößerung graubräunlich mit ausgezeichneter Fluidalstructur (zum Theil mikrofelsitisch entglast). Plagioklas in abgerundeten Kristallen mit Glaseinschlüssen mikrotinartig, oft in viele Theile zersprengt, die Zwischenräume mit Basis erfüllt. Kein Orthoklas. Glimmer, in hexagonalen Blättchen, braun. Hornblende reichlicher als Glimmer, grünbraun, stark pleochroitisch. Ein Theil derselben ist umgewandelt, jedoch nicht magmatisch, sondern offenbar auf nassem Wege. Im Plagioklas und der Hornblende sind sehr spärlich chloritische Substanz, Magneteisen, sparsam Apatit. Das Gestein ist, trotz des glasigen Habitus, nicht mehr frisch. Plagioklas entspricht der Mischung  $Ab_2 An_3$ , doch nicht vollkommen. Quarz ist nicht vorhanden. Es ist sehr zweifelhaft, ob der ganze hohe  $H_2O$ -Gehalt primär ist. Auch hier ist eine Anreicherung von  $K_2O$  im Glase zu constatiren. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Glimmer, Hornblende, Plagioklas.

Berechnung der Molekularverhältnisse:

	40a (Gestein)	41a (Basis)	42a (Feldsp.)	43a (Gestein)	44a (Basis)
$SiO_2$ . . . . .	1.042	1.169	0.923	1.038	1.116
$Al_2O_3$ . . . . .	} 0.230	0.169	0.284	{ 0.171 0.014	0.162 0.022
$Fe_2O_3$ . . . . .					
$CaO$ . . . . .	0.086	0.045	0.162	0.075	0.050
$MgO$ . . . . .	0.025	0.013	—	0.030	0.041
$K_2O$ . . . . .	0.025	0.041	0.008	0.030	0.034
$Na_2O$ . . . . .	0.050	0.053	0.082	0.047	0.035
$K_2O : Na_2O =$	1:2	1:1.3	1:10	1:1.56	1:1
$Na_2O : CaO =$	1:1.7	1:1.1	1:2	1:1.6	1:1.4
		45a (Feldsp.)	46a (Gestein)	47a (Basis)	48a (Feldsp.)
$SiO_2$ . . . . .		0.852	0.962	1.084	0.899
$Al_2O_3$ . . . . .	} 0.303	0.303	{ 0.180 0.022	0.173 0.019	0.269 0.007
$Fe_2O_3$ . . . . .					
$CaO$ . . . . .		0.233	0.110	0.063	0.205
$MgO$ . . . . .		—	0.084	0.026	—
$K_2O$ . . . . .		0.006	0.027	0.044	0.008
$Na_2O$ . . . . .		0.058	0.058	0.057	0.072
$K_2O : Na_2O =$		1:10	1:2.15	1:1.3	1:9
$Na_2O : CaO =$		1:4	1:1.9	1:1.1	1:2.85

	49a (Gestein)	50a (Basis)	51a (Feldsp.)	52a (Gestein)	53a (Basis)	54a (Feldsp.)
$SiO_2$ . . . .	0.946	0.987	0.884	1.045	1.156	0.867
$Al_2O_3$ . . . .	0.200	0.209	0.232	0.150	0.139	0.297
$Fe_2O_3$ . . . .	0.036	0.026	0.005	0.022	0.013	—
$CaO$ . . . .	0.129	0.118	0.208	0.085	0.034	0.226
$MgO$ . . . .	0.065	0.059	—	0.046	0.012	—
$K_2O$ . . . .	0.026	0.031	0.013	0.015	0.023	0.005
$Na_2O$ . . . .	0.060	0.059	0.073	0.060	0.061	0.055
$H_2O$ . . . .	—	—	—	0.326	0.362	—
$K_2O : Na_2O = 1:2.3$		1:2	1:5.6	1:4	1:2.7	1:11
$Na_2O : CaO = 1:2.1$		1:2	1:2.85	1:1.4	1:0.56	1:4.1

Überall eine Zunahme von  $K_2O$  und eine Abnahme von  $CaO$  in der Basis dem  $Na_2O$  gegenüber.

55. Vitroandesit mesozoischen Alters (Mesoandesitpechstein) von Karadagh, Krym. Gestein.

56. Glasbasis aus 55.

57. Feldspath aus 55.

Molekularverhältnisse						
	55 (Gestein)	56 (Basis)	57 (Feldsp.)	55a (Gestein)	56a (Basis)	57a (Feldsp.)
$Si\ O_2$ . . .	59.45 <sup>1)</sup>	63.85	51.98	0.990	1.064	0.866
$Al_2\ O_3$ . . .	18.08	11.74	30.02	0.177	0.115	0.304
$Fe_2\ O_3$ . . .	5.30	8.69	1.03	0.033	0.054	
$Ca\ O$ . . .	6.15	3.53	12.99	0.108	0.063	0.231
$Mg\ O$ . . .	1.78	1.19	0.03	0.045	0.030	—
$K_2\ O$ . . .	0.91	1.19	0.62	0.009	0.012	0.006
$Na_2\ O$ . . .	3.46	3.00	3.56	0.055	0.048	0.057
$H_2\ O$ . . .	5.31	6.20	0.22			
	100.44	99.39	100.45			
				55a	56a	57a
Spec. Gew.	2.6196	2.4485	2.7136	$K_2O : Na_2O = 1 : 6$	1 : 4	1 : 9.5
				$Na_2O : CaO = 1 : 2$	1 : 1.3	1 : 4

Ungefähr fünfzehn Kilometer südwestlich von Theodosia, zwischen dem Thale von Koktebel und dem Flüsschen Otuz, erhebt sich, höchst malerische und wild zerklüftete Formen bildend, unmittelbar und fast senkrecht aus dem Meere der isolirt stehende, circa 1700 Fuss hohe Karadagh. Es ist die östlichste, zugleich aber eine der mächtigsten Eruptionen, welcher er seine Entstehung verdankt. Der Berg wird aus oberjurassischen Kalken und porphyrischen, sehr mannigfachen Eruptivgesteinen zusammengesetzt, und zwar durch-

<sup>1)</sup> 1.03 Procent  $TiO_2$  ist der  $SiO_2$  zugerechnet.

brachen letztere die dichten marmorartigen Kalke und veränderten sie an den Contactstellen. Die Kalke, die den plateauartigen Kamm der ganzen Krymer Gebirgskette zusammensetzen, verdanken ihre Entstehung, wie dies Prof. Golowkinsky<sup>1)</sup>, einer der besten Kenner der Geologie der Taurischen Halbinsel, nachwies, höchst wahrscheinlich der Thätigkeit riffbauender Korallen. Die massigen Gesteine haben ein postjurassisches, also kretaceisches Alter; es ist aber wahrscheinlich, dass sie etwas jünger sind als diejenigen bei Balaklava, am westlichen Ende der Gebirgskette, von denen eines bereits oben beschrieben wurde (Anal. 21). Die sehr verschiedenen und von den bekannten Vorkommnissen abweichenden mesozoischen Gesteine des Karadagh sollen Gegenstand einer besonderen Mittheilung werden, daher will ich hier von einer weiteren geologischen Schilderung dieses fast gänzlich unerforschten Gebietes Abstand nehmen. Das Gestein 55 tritt in dem oberen Theile einer tiefen Schlucht, wo die Contactstelle mit jurassischem Kalkstein durch Erosion blossgelegt ist, zu Tage. Es ist pechschwarz und fettglänzend, durch bis 4 Millimeter grosse wachsgelbe Mikrotine porphyrisch. Unter dem Mikroskope besteht es aus einer kaffeebraunen, sehr stark vorwiegenden Glasbasis. Dieselbe ist ganz isotrop, aber von Globuliten und winzigen Beloniten erfüllt, auch mikroskopische Magnetitkörnchen sind darin zerstreut. Die Basis hat eine ganz abweichende Structur von derjenigen der oben beschriebenen Neoandesite, weicht auch von der Glasbasis der Vitrophyrite ab. Höchst selten sind darin einzelne, winzige Feldspathleistchen. Der mikrotinartige Plagioklas ist in kurzen und dicken, wohlbegrenzten Krystallen zu Gruppen aggregirt, die manchmal centrisc struirt sind. Auslöschung  $-12^{\circ}$  (*P*) und  $-25^{\circ}$  (*M*). Es ist ein Plagioklas der Mischung  $Ab_1 An_2$ . Zonaler Bau, Auslöschung innen grösser als aussen; sie nimmt von aussen nach innen zuerst rasch, dann langsamer zu; wasserhell, gute Spaltbarkeit, frisch. Einschlüsse: Braunes Glas mit Bläschen, Magneteisen, Augit. Apatit oft zwischen den einzelnen Individuen der Gruppen. Die Glaseinschlüsse innen und randlich, auch zwischen den Zwillinglamellen von negativer Form der Wirthe. Orthoklas fehlt. Hellgrüner Augit; Pleochroismus schwach; Einschlüsse: Apatit, Magnet- und Titaneisen, Glas wenig. Einzelne Krystalle sehr gross, aber im

<sup>1)</sup> Zur Geologie der Krym. Untersuchungen in der Umgegend von Balaklava. Odessa 1883. (In russischer Sprache.)

Ganzen ist Augit sehr untergeordnet, noch weniger, wie der Glasbasis gegenüber, der sparsam vorhandene Plagioklas vertreten. Schwach ausgebildete perlitische Absonderung; infolge dessen ist das Gestein auf Bruchflächen höckerig. Magnet- und wenig Titan-eisen in grossen Körnern hauptsächlich in der Nähe von Augit und auch von Feldspath. Ausscheidungsfolge: Apatit und Magnetit, Augit, Plagioklas. Vielleicht ist etwas Titanit vorhanden, doch nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Die entsprechenden Krystallkörner schieden sich nach dem Magnetit und vor dem Augit aus.  $K_2O$  hat in der Basis zu-,  $CaO$  abgenommen. Auffallend ist die beträchtliche Zunahme des Eisens im Glase. Es ist wahrscheinlich, nach der Farbe der Basis zu schliessen, hauptsächlich als Oxydul vorhanden. An einer anderen Stelle ( $\frac{1}{4}$  Kilometer entfernt) hat sich dasselbe Gestein (nicht analysirt) mehr krystallinisch ausgebildet; hier sind in der Grundmasse zahlreiche Plagioklasleisten und Augitmikrolithe ausgeschieden, die Basis ist um ein Geringes heller, sonst aber mikroskopisch ebenso beschaffen.

### III. Gesteine von mittlerem $SiO_2$ -Gehalt und alkalireich.

58. Brauner Obsidian aus Trachyttuff von Procida, Punta di Ricciola. Gestein.

59. Brauner Obsidian vom Vesuv, Lavaschlacke vom October 1822. Gestein.

60. Glas aus 59.

61. Schwarzer Obsidianporphyr, Cantal. Glas.

62. Feldspath aus 61.

	58 <sup>1)</sup> (Gestein)	59 (Gestein)	60 (Glas)	61 (Glas)	62 (Feldsp.)
$SiO_2$ . . .	60.76	59.92	62.12	60.46	63.60
$Al_2O_3$ . . .	20.08	18.09	19.44	20.13	20.75
$Fe_2O_3$ . . .	4.46	4.52	2.90	2.34	0.65
$CaO$ . . .	2.07	2.19	1.09	3.83	2.40
$MgO$ . . .	Spur	0.44	0.34	0.43	Spur
$K_2O$ . . .	6.31	7.24	7.42	6.24	7.15
$Na_2O$ . . .	5.70	6.23	5.06	6.18	4.10
$H_2O$ . . .	1.37 <sup>2)</sup>	1.17	1.28	1.34	0.66
	100.75	99.80	99.65	100.95	99.31
Spec. Gew.	—	—	2.3188	—	2.5155

<sup>1)</sup> Dieses Gestein verdanke ich der Güte des Herrn Akad. J. Roth in Berlin.

<sup>2)</sup> Spuren organischer Substanz und  $Cl$ .

Alle drei Gesteine schmelzen sehr leicht, schon über einem Bunsen'schen Brenner.

Das Gestein von Procida (58) ist schwarzbraun, fettglänzend, mit helleren unregelmässigen Partien und weissen sehr sparsam eingesprengten glasigen Feldspathen. Unter dem Mikroskope ist die Glasbasis dunkelbraun, isotrop; darin spärlich opake Körnchen, kurze Krystallnadeln und etwas hellere, verworren filzige, stellenweise sich häufende und schwache Aggregatpolarisation zeigende Sphärolithe; um diese eine Entfärbung des braunen Glases. Mikroporphyrisch: Plagioklas schön gestreift, in  $\frac{1}{2}$  Quadrat-zoll grossen Schliffen nur 3 bis 4 Durchschnitte. Auslöschung entspricht ungefähr  $Ab_1 An_1$ . Kein Sanidin. Augit hell gelbgrünlich noch seltener wie Plagioklas, aber in wohlausgebildeten Krystallen. Wegen Mangels an Material konnte der Feldspath nicht analysirt werden.

Die Obsidianlava 59, äusserlich ganz ebenso beschaffen, wie das vorhergehende Gestein; es wechseln aber dunkle braunschwarze Partien mit helleren steinigen lagenweise ab. Porphyrisch: weisse, glasige langleistenförmige Feldspathe. Unter dem Mikroskop die braunen Partien ganz isotropes Glas, mit spärlichen opaken Körnchen, langgezogenen, ziemlich grossen leeren Poren. Die steinigen Partien bestehen aus gehäuften Sphärolithen von dunklerer, rothgelber Farbe; sie sind aus Globulitenschnüren radialfaserig aufgebaut, zeigen ein sehr schwaches, mit den Nicolhauptschnitten nicht zusammenfallendes Interferenzkreuz und setzen scharf gegen die Glasmasse ab. Mittlere Grösse 0.08 Millimeter. Wo sie zu lagenartigen Haufen zusammentreten, da werden sie gegen das Innere dieser Haufen dunkler. Hier in den dunkleren, inneren Partien dieser Haufen haben sich lange und sehr schmale Plagioklasleisten (bis 0.1 Millimeter lang und 0.01 Millimeter breit) ausgeschieden, die im Glase sich nirgends finden. Je dunkler die Masse, desto mehr Leisten, die nach allen Seiten durcheinander liegen, treten auf. Es lässt sich aus den mikroskopischen Verhältnissen unzweifelhaft nachweisen, dass die Plagioklasmikrolithe sich aus der Sphärolithmasse gebildet haben, und nicht umgekehrt, wie es gewöhnlich zu sein pflegt, wobei die sphärischen Gebilde um die Feldspathe<sup>1)</sup> herum sich lagerten. Dagegen sind sie später als die grossen, porphyrischen, sehr spärlichen Feldspathe entstanden, denn diese werden zum Theil

<sup>1)</sup> Nicht zu verwechseln mit den porphyrischen.

von Sphärolithenschwärmen umgeben, zum Theil liegen sie im reinen Glase, und zwar so, dass oft nur an einem Ende Sphärolithanlagerungen vorhanden sind, während das andere frei in die Glasbasis hineinragt. Zwischen den spiessigen Plagioklasmikrolithen in den Sphärolithschichten, wo erstere sich häufen, liegen äusserst schwach doppelbrechende, fast isotrope, farblose, kreisförmige Durchschnitte (im Mittel 0.05 Millimeter messend), die in dickeren Schliffen als kugelige Gebilde sich zu erkennen geben. Sie lösen sich in Salzsäure ohne zu gelatiniren und geben starke  $K_2O$ -Reaction, während die Basis um die Sphärolithe von Säure fast gar nicht angegriffen wird. Randlich parallel der Umgrenzung sieht man in den grösseren Globulitenkränze, oft in der Mitte opake Körnchen. Es sind winzige Leucite, die sich nach der Ausscheidung der Plagioklasleisteichen ausgeschieden haben, was daraus zu ersehen ist, dass die Leucite nur dort zwischen den Plagioklasen auftreten, wo diese sich häufen und zahlreich sind, während die ersteren ohne Leucit auch näher zur Peripherie der Sphärolithhaufen, wenn auch spärlicher, zerstreut auftreten. Hin und wieder erscheinen in den Leuciten und Plagioklasen und zwischen ihnen lebhaft polarisirende kurze, sehr kleine Mikrolithe (Augit?). Sie nehmen an Zahl dort zu, wo die anderen zunehmen und werden von opaken Körnchen begleitet. Auslöschungsschiefe der Plagioklasmikrolithe nach sehr vielen Messungen von  $+2^\circ$  bis  $+5^\circ$ , also wahrscheinlich ein saurerer Oligoklas ( $Ab_2 An_1 - Ab_1 An_1$ ). Der porphyrische Feldpath ist ein Plagioklas (zu einer Analyse war zu wenig vorhanden), nach der Auslöschung ein dem Andesin nahestehender Labradorit in langer Leistenform. Er ist sehr spärlich vertreten, noch weniger langprismatischer, hell bläulichgrüner, porphyrischer Augit. Ausscheidungsfolge: Magnetit, Augit, Plagioklas<sup>1)</sup>, Sphärolithe der Glasbasis; darin Magnetit, Augitmikrolithe(?), Plagioklas, Leucit, als Rest braune gekörnelte Glasbasis; Sanidin ist im Gestein nicht vorhanden.

Obsidian 61 ist im Handstück pechschwarz, mit bis 5 Millimeter grossen Feldspathen von eigenthümlichem, glasigem und sprümgigem Aussehen. Das Glas besitzt einen bläulichen, metallischen Schiller,

<sup>1)</sup> Es ist in solchen Gesteinen wie die drei in Rede stehenden, mit sehr viel Glas und äusserst wenig porphyrischen Ausscheidungen von Plagioklas und Augit, oft gar nicht zu entscheiden, welches Mineral zuerst zur Ausscheidung kam. Vielleicht beide zugleich, doch ist die oben angeführte Reihenfolge nach Analogie mit allen alkalihaltigen Gesteinen die wahrscheinlichste.

wie angelaufener Hämatit. Unter dem Mikroskope ist es braun isotrop und fast vollständig einschlussfrei (wenig Plagioklasmikrolithe), homogen, nur von unregelmässigen Luftporen erfüllt. Feldspath sehr zurücktretend, glasig ohne Einschlüsse. Es ist ein Sanidin, dessen innerer Theil von sehr feinen gitterförmig sich kreuzenden Lamellen und feinen Fasern parallel der Verticalaxe, ganz wie beim Mikroklin, erfüllt ist.<sup>1)</sup> Der Rand ist frei davon und die Krystalle haben sonst sowohl Spaltbarkeit, wie auch optische Eigenschaften des Sanidins. Einschlüsse sind darin sehr spärlich: Apatit und Dampfporen. Mikroporphyrisch noch Biotit und Augit, beide sehr selten. Plagioklas porphyrisch, spärlich. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Glimmer, Augit, Plagioklas, Mikroklin-Sanidin. Ich will nicht unterlassen anzuführen, dass der analysirte Feldspath 62 frei von Plagioklas war. Letzterer ist viel schwerer (Spec. Gew. = 2·69<sup>2)</sup> und war daher ganz leicht von dem leichteren Feldspath 62 mit dem auffallend niedrigen specif. Gew. = 2·5155 zu trennen. Vorher wurden beide Feldspathe vom Glase mit einem ausserordentlich starken Elektromagneten gereinigt, so dass das Pulver schneeweiss war und unter dem Mikroskop keine Spur von anhaftendem Glas vorhanden war. Zur Analyse und zur Bestimmung des specifischen Gewichtes ist eine genügende Quantität verwendet worden. Das auffallende Resultat der Analyse (hoher  $CaO$ -Gehalt) veranlasste mich, eine Controlbestimmung der Alkalien und des  $CaO$  am Material, das mit der Pincette ausgesucht war (die Plagioklase sind nicht über 0·5 Millimeter gross, daher leicht zu unterscheiden, Verwachsungen mit Sanidin kommen nicht vor), zu machen. Dieselbe ergab aber sehr übereinstimmende Zahlen, z. B.  $CaO = 2·35$  Procent.

Berechnung der Molekularverhältnisse:

	58a	59a	60a	61a	62a
	(Gestein)	(Gestein)	(Glas)	(Glas)	(Feldsp.)
$SiO_2$ . . .	1·012	1·099	1·038	1·007	1·060
$Al_2O_3$ . . .	0·197	0·177	0·190	0·197	0·209
$Fe_2O_3$ . . .	0·028	0·028	0·018	0·015	
$CaO$ . . .	0·036	0·039	0·019	0·068	0·042
$MgO$ . . .	—	0·011	0·009	0·010	—
$K_2O$ . . .	0·067	0·076	0·078	0·066	0·076
$Na_2O$ . . .	0·091	0·100	0·081	0·099	0·066
$K_2O : Na_2O =$	1 : 1·36	1 : 1·32	1 : 1·04	1 : 1·5	1 : 0·868
$Na_2O : CaO =$	1 : 0·40	1 : 0·40	1 : 0·23	1 : 1·5	1 : 0·636

<sup>1)</sup> cf. Mügge, Gesteine der Azoren. N. J. 1883, II, pag. 204.

<sup>2)</sup> Mit Quecksilber-Kaliumjodidlösung.

In dem Glase wieder eine Zunahme von  $K_2O$  dem  $Na_2O$  gegenüber zu constatiren. Analysen 61 und 62 sind besonders interessant. Trotzdem viel  $K_2O$  im Gestein vorhanden, hat sich kein reiner Sanidin abgeschieden, sondern die Ausscheidung begann mit einem Gemenge von Oligoklas ( $Ab_3 An_1$ ) und Sanidin in mikroklinartiger Verwachsung; erst als um dieses Gemenge die Basis  $Na$ -ärmer geworden war, schied sich randlich um dasselbe reine Sanidin-substanz ab. Dieses spricht dafür, dass die weiter oben geäußerte Vermuthung, Sanidin scheidet sich erst dann aus, wenn das Verhältniß  $K_2O:Na_2O$  mindestens 2:1 beträgt, richtig sei.

#### IV. Gesteine mit niedrigem $SiO_2$ -Gehalt und alkaliarm.

63. Vitrobasalt von Schwarzenfels, Rhön. Gestein.

64. Glasbasis aus 63.

65. Dolerit. Plateau de la Croix-Morand, Mont-Dore. Gestein.

66. Basis aus 65.

67. Limburgit vom Kaiserstuhl. Gestein.

68. Glasbasis aus 67.

	63 <sup>1)</sup> (Gestein)	64 (Glas)	65 <sup>2)</sup> (Gestein)	66 (Glas)	67 <sup>3)</sup> (Gestein)	68 (Glas)
$SiO_2$ . . . .	52.87	52.68	44.27	44.87	40.48	40.64
$Al_2O_3$ . . . .	16.36	18.28	29.82	33.35	{ 8.93 20.05 }	34.78
$Fe_2O_3$ . . . .	10.87	9.43				
$CaO$ . . . .	7.94	8.04	11.69	6.51	13.03	7.25
$MgO$ . . . .	5.23	4.68	5.83	2.50	11.12	5.15
$K_2O$ . . . .	0.96	1.15	1.94	3.78	1.26	3.50
$Na_2O$ . . . .	3.64	3.86	3.29	5.18	2.05	3.04
$H_2O$ . . . .	1.22	1.02	2.51	3.12	3.37	5.17
	99.09	99.14	99.35	99.31	100.29	99.53
Spec. Gew. .	2.7931	2.7730	2.8611	—	2.9310	—

69. Metallisches Eisen führender Mesobasalt von Rowno<sup>4)</sup>, Wolynien. Gestein.

<sup>1)</sup> cf. Möhl, N. J. 1874, pag. 906 und Sandberger, ibid. 1878, pag. 24.

<sup>2)</sup> cf. v. Lasaulx, N. J. 1872, pag. 361. Im Gestein  $TiO_2$ .

<sup>3)</sup> cf. Rosenbusch, N. J. 1872, pag. 54.

<sup>4)</sup> Analysen 69—72 sind von Herrn S. Pfaffius in meinem Laboratorium ausgeführt.



70. Augit aus 69.

71. Plagioklas aus 69.

72. Glasbasis aus 69.

	69 (Gestein)	70 (Augit)	71 (Feldsp.)	72 (Glasbasis)
$SiO_2$ . . . .	49·10 <sup>1)</sup>	(53·69)	(51·84)	(42·77)
$TiO_2$ . . . .	1·96	—	—	—
$Fe_2O_3$ . . . .	3·46}	8·84 <sup>2)</sup>	1·50	12·58
$FeO$ . . . .	8·62}			
$Al_2O_3$ . . . .	19·84	16·93	26·89	26·50
$CaO$ . . . .	8·95	13·21	10·81	9·34
$MgO$ . . . .	2·51	1·12	0·63	2·78
$K_2O$ . . . .	0·53	1·07	1·12	1·60
$Na_2O$ . . . .	2·92	4·02	5·34	3·22
$P_2O_5$ . . . .	0·21	—	—	—
Glühverlust .	2·34	1·12	1·88	1·21
	100·45	100	100	100
Spec. Gew. <sup>3)</sup>	2·9265	2·9278	2·6120	2·8831

Das Gestein von Schwarzenfels ist schwarz, pechglänzend. Doch sind die verschiedenen Handstücke sehr verschieden, wie die mikroskopische Untersuchung beweist; manche glasig, andere fast krystallin entwickelt, wieder andere haben nur an der Oberfläche eine halbzolldicke glasige Rinde, sind dagegen mehr im Innern krystallin mit einer spärlichen Glasbasis. Die Untersuchungen wurden an einem Handstück letzterer Art, wahrscheinlich einer Bombe, ausgeführt. Das Gestein wurde schon von Mühl beschrieben und analysirt.<sup>4)</sup> Unter dem Mikroskop eine überwiegende, ganz isotrope Glasmasse ohne jegliche mikrolithische oder krystallitische Ausscheidungen, im Dünnschliff bräunlich. Darin liegen porphyrische, schön begrenzte, leistenförmige Plagioklase, nach der Auslöschungsschiefe und dem spec. Gew. = 2·620<sup>5)</sup> dem Andesin nahestehende Oligoklase; manchmal ist isomorphe Schichtung zu beobachten. Sanidin ist in meinen Präparaten nicht zu bemerken.

<sup>1)</sup> 0·04 Procent Fe.

<sup>2)</sup>  $FeO$ ; in 71 u. 72  $Fe_2O_3$ .

<sup>3)</sup> Bei 21·5° C.

<sup>4)</sup> Siehe oben l. c.

<sup>5)</sup> Sämtliche Feldspathkörnchen, die es gelang rein zu isoliren, hatten gleiches spec. Gew. in der  $KJ + HgJ_2$ -Lösung.

Wahrscheinlich hat Mühl, welcher Sanidin angibt, die ungestreiften Durchschnitte dafür gehalten. Es ist überhaupt sehr zu bezweifeln, ob die häufigen Angaben über das Vorkommen des Sanidins in den Basalten und analogen Gesteinen richtig sind; auf die häufige früher stattgehabte Verwechslung mit Plagioklasen hat Rosenbusch wiederholt hinzuweisen Veranlassung genommen. Die Abwesenheit der Zwillingsstreifung der Durchschnitte und ein verhältnismässig hoher  $K_2O$ -Gehalt der Bauschanalyse waren die Kriterien, auf welche die Diagnose sich hauptsächlich stützte. Es braucht sich kein Sanidin auszuschcheiden, da das  $K_2O$  sich stets im Glase anreichert, es sei denn in zweiter Generation in der Grundmasse, was aber bei Abwesenheit porphyrischer Sanidine in demselben Gestein wohl sehr selten vorkommen mag. Mir sind solche Beispiele nicht bekannt. Die Verwechslung ist namentlich dann leicht, wenn ein Plagioklas, wie z. B.  $Ab_2An_1$ , vorliegt. Ausserdem sind noch ausgeschieden: hellgelblicher Augit und ebensolcher reichlicher Olivin. Als merkwürdig mag das gänzliche Fehlen einer Ausscheidung der Oxyde des Eisens, in Magnet-eisenform oder sonst irgendwie, erwähnt werden. Ausscheidungsfolge: Olivin, Augit, Plagioklas. Nach der chemischen Analyse (63 u. 64) ist die Zusammensetzung des Glases und des Gesteins fast dieselbe. Sowohl  $SiO_2$ - als auch  $Na_2O$ -Gehalt sind beinahe gleich. Auch das spezifische Gewicht des Glases ist dementsprechend ein sehr hohes. Wäre das Gestein weiter krystallisirt, so hätten sich wahrscheinlich dieselben Minerale in zweiter Generation gebildet, oder dieselben wären noch eine Zeit lang isomorph weitergewachsen. Im Glase hat wieder eine Anreicherung von  $K_2O$  stattgefunden. Um sicher zu sein, wurde die Alkalibestimmung dreimal wiederholt und ergab immer dasselbe Resultat, abgesehen von geringen Schwankungen, die in den analytischen Fehlern ihren Grund haben. Die niedrigste Zahl für  $K_2O$ , die gefunden wurde, war 1.09 Procent. Die geringe Abweichung im Wassergehalt der Analysen 63 u. 64 erklärt sich daraus, dass die Proben lufttrocken analysirt wurden; er muss wahrscheinlich ganz gleich sein.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Wasserhaltige Gesteine, namentlich aber solche Gläser, vor der Analyse als Pulver zu trocknen, ist nicht gut zulässig. Die Pechsteine und andere wasserreichen Silicate verlieren schon bei geringer Temperatursteigerung und beim Stehen über Schwefelsäure im Exsiccator einen beträchtlichen Theil ihres  $H_2O$ , welches allerdings später wieder, wenn auch nicht immer vollständig, aufgenommen wird.

Gestein 65 von der Croix-Morand ist bereits von v. Lasaulx<sup>1)</sup> ausführlich beschrieben worden, daher kann ich mir die Schilderung desselben ersparen. Nur sei erwähnt, dass das mir vorliegende keine  $CO_2$  aufweist und, nach der Beschreibung zu urtheilen, frischer ist als jenes. Sämmtliche Minerale sind ohne Spuren von Zersetzung. Ebenso ist die isotrope Basis reichlicher, wie es scheint, vorhanden, und weniger von gestrickten Krystalliten erfüllt. Sie sind undurchsichtig und keine Augitkrystallite, wie v. Lasaulx meint<sup>2)</sup>, sondern gestricktes Titaneisen, wie es überaus häufig in gewissen Basalten vorkommt. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Olivin, Augit, Plagioklas (nach der Auslöschungsschiefe ein Bytownit), Titaneisenmikrolithe der Glasbasis. Die Glasbasis ist wieder kaum saurer (cf. Anal. 66), aber  $H_2O$ -reicher; beträchtliche Zunahme weisen die Alkalien auf, besonders  $K_2O$ , aber auch  $Na_2O$ .

Limburgit 67 ist das bekannte, in Drusen zeolithführende Gestein von Saspach, welches Rosenbusch zum Gegenstande eingehender Untersuchung gemacht hat. Die mikroskopische Beschreibung<sup>3)</sup> passt vollständig auf das von mir analysirte, und sowohl die einzelnen Minerale, als auch die Glasbasis (gelbroth, tief gefärbt) haben dieselbe Mikrostruktur. Ausscheidungsfolge: Magnetit, Hyalosiderit, Augit, Mikrolithe der Basis. Meine Analyse<sup>4)</sup> weist einen geringeren  $SiO_2$ - und  $H_2O$ -Gehalt, dafür aber einen etwas höheren  $MgO$ -Gehalt auf. Dies rührt wohl von einer etwas grösseren Menge Olivin her, womit auch das höhere spec. Gew. = 2.931 gegen 2.829, welches Rosenbusch erhielt, gut zusammenstimmt. Bauschanalyse 67 und Analyse der Glasbasis 68 sind an Portionen aus einem Pulver, wie überall, so auch hier, angestellt worden. Die Basis ist wasserreicher und besonders reich an Alkalien dem Gesamtgestein gegenüber. Sie ist aber auch basisch, wie es das ganze Magma war.  $K_2O$  hat sich in der Basis stark angereichert, mehr wie das  $Na_2O$ , wenn man das Verhältniss der beiden Alkalien in der Bauschanalyse in Betracht zieht, und zwar deshalb, weil ein Theil des letzteren bereits früher bei der Ausscheidung der Augite zum Aufbau derselben mit

<sup>1)</sup> N. J. 1872, pag. 358 ff.

<sup>2)</sup> Ibid., pag. 360.

<sup>3)</sup> N. J. 1872, pag. 57 ff. u. 135.

<sup>4)</sup> Vergl. die Analyse Rosenbusch's l. c., pag. 54.

herangezogen wurde, wie das ja auch die Analysen von Keerl und Pfeiffer<sup>1)</sup> beweisen, ebenso wie die Tobler'sche Analyse. Es ist wahrscheinlich, dass die Basis deshalb keinen Feldspath enthält, weil das Residuum nach Ausscheidung der porphyrischen Gemengtheile, des Augits und Hyalosiderits, basisch blieb; zur Ausscheidung des Feldspathes gehört aber ein gewisser  $SiO_2$ -Gehalt. Wäre viel Olivin und Magneteisen in der Basis später ausgeschieden worden, so hätte dieselbe die Bedingungen für die Ausscheidung des Feldspathes besessen.

**Mesobasalt von Rowno (Melaphyr) 69.** Etwa 30 Kilometer nordöstlich von der Stadt Rowno im Gouvernement Wolynien tritt auf einer Strecke von circa 10 Kilometern ein schwarzes, prismatisch abgesondertes Gestein zu Tage, welches insofern von Interesse ist, als es das einzige Vorkommen dieser Art auf der grossen Ebene zwischen Ural und den Galizischen Vorbergen der Karpathen ist und eine ganz isolirte Erscheinung bildet. Oestlich davon beginnt die grosse südrussische Granittafel, welche sich von Wolynien und dem Dnjestr bis zum Don hinzieht. Das Gestein tritt im Gebiete sedimentärer Schichten auf, dabei ist es älter als obere Kreide, von der es überlagert wird. Es ist wahrscheinlich der letzte Ausläufer des grossen Zuges mesozoischer Eruptionen, welcher sich in westlicher Richtung über Biala in Galizien, am Nordrande der Karpathen, bis nach Mähren hinein hinzieht und der in Oberschlesien durch „Teschenite“ und Pikrite charakterisirt wird. Doch ist zwischen dem Rownoschen Durchbruch und dem galizischen eine beträchtliche Lücke.

Karpinsky<sup>2)</sup> hat bereits früher dieses Gestein untersucht und darin metallisches Eisen gefunden. Dasselbe ist im hiesigen mineralogischen Institut von H. Pfaffius einer erneuerten Untersuchung unterworfen worden und hat derselbe die Entdeckung Karpinsky's nur bestätigen können. Unter dem Mikroskop besteht das Gestein aus einem mittelkörnigen Gemenge von Plagioklas, Augit, Magneteisen, spärlichen zersetzten Olivinen und einer Glasbasis.

<sup>1)</sup> Rosenbusch, l. c., pag. 46. cf. auch Merian, Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. Diss. 1884.

<sup>2)</sup> Wissenschaftlich-histor. Sammlung. Herausg. zum 100j. Jubiläum des Berg-Institutes in St. Petersburg. 1873 (in russ. Sprache).

Unregelmässig im Gestein vertheilt ist metallisches Eisen in winzigen Körnchen, mit Kupfervitriollösung im Dünnschliff leicht nachweisbar. Karpinsky wies 0.64 Procent  $Fe$  nach, Pfa ffius erhielt nach den Andrews'schen<sup>1)</sup> und Pilitz'schen Methoden identische Zahlen, aber weit weniger wie Karpinsky, nämlich nur 0.04 Procent  $Fe$ . Um Irrthümern vorzubeugen, wurde eine grössere Portion (einmal 3.7160 Gramm, ein anderes Mal 3.9882 Gramm) im Achatmörser unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln fein gepulvert und dann die Bestimmung nach den obgenannten Methoden vorgenommen. Ob Nickel und Kobalt im Eisen enthalten ist, soll später untersucht werden.

Das Gestein besitzt unter dem Mikroskop die „structure ophitique“ der französischen Petrographen. Die Plagioklase sind leistenförmig, mikrotinartig mit Glas- und Magneteseinschlüssen. Sie stossen zu Gruppen zusammen und besitzen eine Auslöschungsschiefe von  $7-10^\circ$  ( $P$ ) und  $20-23^\circ$  ( $M$ ); nach der Analyse wäre es ein Andesin. Die Feldspathkrystalle sind manchmal zerbrochen. Zwischen den Plagioklaskrystallen hat sich Augit in Körnern von gelblicher Farbe ausgeschieden (Anal. 70), er ist an der Spaltbarkeit leicht kenntlich. Auslöschung ungefähr  $40^\circ$  gegen die Spaltrisse. Zur Analyse wurde er nach der Lemberg'schen<sup>2)</sup> Methode isolirt.

Magnetesein in Krystallen und Körnern sehr stark vertreten, namentlich in der Basis. Nach Entfernung desselben mittelst Salzsäure bleibt im Schliff noch Titaneisen zurück (1.96 Procent  $TiO_2$  im Gestein). Der Olivin ist zerstört und in serpentinarartige, vielleicht Chlorophaeit-Substanz umgewandelt. Apatit in kleinen Nadeln. Die Basis ist isotrop, farblos bis grau und von Magnetit durchspickt. Der niedrige  $SiO_2$ -Gehalt (Analyse 72) erklärt sich durch den Gehalt an letzterem. In der That, zieht man das  $Fe_2O_3 (= Fe_2O_3 + FeO)$  ab, so erhält man ein Glas, welches ebensoviel  $SiO_2$  enthält, wie das Gesamtgestein (48.9 Procent  $SiO_2$ ), analog der Zusammensetzung des Glases der basischen Gesteine,

<sup>1)</sup> Wird das Eisen nach der Methode von Andrews mit Kupfervitriollösung bestimmt, so ist es nothwendig, das Gesteinspulver, welches der Einwirkung desselben unterworfen wurde, sehr lange mit schwefelsäurehaltigem Wasser auszuwaschen; geschieht dieses nicht und wird mit reinem destillirtem Wasser gewaschen, so hält das Filter und Pulver einen Theil des Kupfervitriols hartnäckig zurück und man erhält ein zu hohes Resultat.

<sup>2)</sup> Lemberg, Z. d. d. G. 1883, pag. 560.

welches kaum saurer ist als die Gesteine, welche dasselbe enthalten. Der höhere  $H_2O$ -Gehalt in 69 erklärt sich daraus, dass das Gestein nicht mehr frisch ist, wie die umgewandelten Olivine beweisen. Die Basis ist  $K_2O$ -reicher als in 69. Ausscheidungsfolge: Apatit, Titan- und Magnetit, Olivin, Augit, Plagioklas.

Molekularverhältnisse:

	63a (Gestein)	64a (Glas)	65a (Gestein)	66a (Glas)	67a (Gestein)	68a (Glas)	69a (Gestein)	72a (Glas)
$SiO_2$ . . . . .	0·381	0·878	0·738	0·748	0·675	0·677	0·819	0·701
$Al_2O_3$ . . . . .	0·161	0·180	0·292	0·327	{0·087	—	0·195	0·259
$Fe_2O_3$ . . . . .	0·068	0·059			{0·125	—	0·022 <sup>1)</sup>	0·078
$CaO$ . . . . .	0·142	0·143	0·209	0·116	0·233	0·129	0·160	0·167
$MgO$ . . . . .	0·131	0·117	0·146	0·063	0·278	0·129	0·062	0·069
$K_2O$ . . . . .	0·010	0·012	0·021	0·040	0·013	0·037	0·005	0·017
$Na_2O$ . . . . .	0·059	0·062	0·053	0·083	0·033	0·049	0·047	0·052
$H_2O$ . . . . .	0·063	0·057	0·140	0·173	0·187	0·287	0·130	0·070
$K_2O : Na_2O =$	1 : 6	1 : 5·2	1 : 2·5	1 : 2	1 : 2·5	1 : 1·3	1 : 9	1 : 3
$Na_2O : CaO =$	1 : 2·4	1 : 2·3	1 : 4	1 : 1·4	1 : 7	1 : 2·6	1 : 3·4	1 : 3·2
$K_2O : MgO =$	1 : 13	1 : 10	1 : 7	1 : 1·6	1 : 18	1 : 3·5	1 : 12	1 : 4

	70a (Augit)	71a (Feldspath)		70a	71a
$SiO_2$ . . . . .	0·895	0·864	$K_2O : Na_2O$ . . .	1 : 6	1 : 7
$Al_2O_3$ . . . . .	0·166	0·264	$Na_2O : CaO$ . . .	1 : 3·6	1 : 2·24
$FeO$ . . . . .	0·123	—	$K_2O : MgO$ . . .	1 : 2·5	1 : 1·3
$Fe_2O_3$ . . . . .	—	0·009			
$CaO$ . . . . .	0·236	0·193			
$MgO$ . . . . .	0·008	0·016			
$K_2O$ . . . . .	0·011	0·012			
$Na_2O$ . . . . .	0·065	0·086			

Zum Schlusse sei hier noch eine Untersuchung der Glasbasis einer Leucitlava vom Vesuv mitgeteilt. Es ist leider das einzige Gestein dieser Familie, welches mir vorlag und die Isolirung des Glases gestattete. Zur Untersuchung der glashaltigen Nephelingesteine man- gelte mir das Material vollständig.

## V. Kieselsäure-armes und alkalreiches Gestein.

73. Lava vom Vesuv (ohne nähere Angabe). Gestein.

74. Glasbasis aus 73.

<sup>1)</sup> und 0·120  $FeO$ .

	73 <sup>1)</sup>	74	Molekelberechnung:	
	(Gestein)	(Glas)	73 <sub>a</sub>	74 <sub>a</sub>
			(Gestein)	(Glas)
<i>Si O<sub>2</sub></i> . . . . .	47·25	51·92	0·787	0·865
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	18·17	18·50	0·178	0·181
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	9·23	7·34	0·058	0·047
<i>Ca O</i> . . . . .	8·65	4·32	0·154	0·077
<i>Mg O</i> . . . . .	3·74	2·68	0·093	0·067
<i>K<sub>2</sub> O</i> . . . . .	7·15	7·17	0·076	0·076
<i>Na<sub>2</sub> O</i> . . . . .	3·93	6·83	0·063	0·110
Glühverl. . . . .	0·94 <sup>2)</sup>	0·69	0·052	0·038
	99·06	99·45		
Spec. Gew. . . . .	2·7231	2·5886		

Das Gestein ist dunkelgrau, dicht, wenig porös. Darin liegen makroskopisch sichtbare schwarzbraune Glaspartien oder Körner. Es sind aber keine Schmelzpartien, wie sie durch Blitzschläge in vulcanischen Gesteinen häufig erzeugt werden und wohl davon zu unterscheiden.<sup>3)</sup> Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass es echte Basis ist, die in Brocken zwischen den krystallinen Gemengtheilen auftritt und sie auch zusammenhängend umgibt. Ihre Vertheilung unterscheidet sich wohl von den röhrenförmigen und unregelmässig vertheilten, es sei der Ausdruck gestattet, Mikrofulguriten. Unter dem Mikroskope viel Leucit in abgerundeten, grossen und kleinen Krystallen. Schöne Lamellarpolarisation. Einschlüsse: Grosse unregelmässig gestaltete, lappige Glasbrocken von brauner Farbe mit der Basis identisch, in diesen kleine vollständig ausgebildete Ikositetraëder von Leucit und Magneteisenoktaëder, auch Augitmikrolithe. Diese Minerale sind aber nur in den grossen Glaseinschlüssen vorhanden. Ausserdem als Einschlüsse Plagioklase,

<sup>1)</sup> Das Gestein ähnelt am meisten den von Haugton unter „Piano del Ginestre 1820 und 1822“ beschriebenen. Trans. R. J. Akad. 26 (1876), 101, 105. Das Handstück ist in den Dreissiger-Jahren erworben.

<sup>2)</sup> *Cl, TiO<sub>2</sub>* in Spuren.

<sup>3)</sup> cf. auch A. Wichmann, Z. d. d. g. G. 1883, 35, pag. 849 ff. Es ist durchaus ein Irrthum von Wichmann, wenn er meint, ich hätte in einer früheren Arbeit (Andesite des Kaukasus, 1878, pag. 31) Zersetzungserscheinungen mit Blitzschmelzung verwechselt. Es liegt dort wasserhaltiger Opal vor und dass „die Augite und Plagioklase quasi darin schmelzen“ ist nur bildlich gemeint, mit Bezug auf den mikroskopischen Befund und nicht auf den chemischen Vorgang. Dass Opalsubstanz Silicate häufig verdrängt, ist eine bekannte Thatsache, die an Andesiten, Trachyten häufig beobachtet wurde auch der Pelikanit ist ein Beweis dafür.

wenn auch selten, ebenso Olivin, der äusserst spärlich im Gestein auftritt; letzterer farblos; weiter kleine farblose Nadeln und Dampf-poren zonal, randlich, während die Glasbrocken den inneren Theil der Krystalle einnehmen. Grosse Augite porphyrisch, rissig, von gelblichgrüner Farbe in schönen Krystallen (Auslöschung ca.  $32^\circ$ ); die kleineren von einem grauen, globulitischen Staube erfüllt, die grösseren nur randlich. Polarisationsfarben sehr lebhaft; Magneteisen und Glas als Einschlüsse. Plagioklas in Leisten, fein gerieft, mit grossem Auslöschungswinkel (circa  $17^\circ$  auf  $P$ ), fast frei von Einschlüssen. Magnetit ist reichlich in Oktaëdern vorhanden, besonders häuft er sich dort, wo die krystallinen Gemengtheile sich aneinanderdrängen, die braune Glasbasis, wo sie in grösseren, zusammenhängenden Partien auftritt, ist ziemlich frei davon. Die Glasbasis ist braun (etwa wie Biotit), ganz isotrop, arm an Ausscheidungen.

Sie umgibt alle übrigen Gemengtheile und füllt die Lücken zwischen ihnen aus, bildet auch grössere Partien (mikroskopisch). Sie bildet ungefähr ein Viertel des ganzen Gesteines. In derselben liegen ausgeschieden, besonders dort, wo die porphyrischen Leucite (bis zu 2 Millimeter gross) gedrängter auftreten, kleine (meist bis 0.1 Millimeter), rundum ausgebildete Ikositetraëder von Leucit<sup>1)</sup>, einschlussfrei; Magneteisenoktaëder und tiefgelbe, langprismatische, wohlausgebildete Krystalle von Augit (Spaltbarkeit ca.  $86^\circ$ ), welche auch als stengelige Mikrolithe verbreitet sind. Sie haben geringere Auslöschungsschiefe als die porphyrischen Augite ( $15-20^\circ$ ). Das mikroskopische Bild bringt den Eindruck hervor, als ob mitten in der regsten Krystallisationsthätigkeit eine plötzliche Unterbrechung erfolgt sei. Zur Analyse des Glases (74) wurde das Material, nachdem dasselbe mit dem Elektromagneten von den Angiten und dem Magnetit gereinigt war, mit der Nadel unter der Lupe ausgesucht und später noch in schwerer Flüssigkeit von etwaigen Verunreinigungen getrennt. Anders liess sich ganz reine Glasbasis nicht gewinnen. Das zur Analyse Verwandte war frei von allen Beimengungen und bestand aus glänzenden Glas-körnchen von gleichem specifischem Gewicht. Ausscheidungs-folge: Magnetit und Apatit, Olivin, Augit, Plagioklas, Leucit; in der Glasbasis: Magnetit (?), gelber Augit, Leucit.

<sup>1)</sup> cf. Cohen, Samml. v. Mikrophotogr. 1883, Taf. LXIX, Fig. 2.



Nephelin ist nicht vorhanden. Aus dem Vergleich der Analysen 73 und 74 ersieht man, dass der noch geschmolzene Theil des Magma, aus welchem der Leucit krystallisirte, sehr  $K_2O$ -reich gewesen sein muss; denn zieht man das vorher Auskrystallisirte, nämlich Augit, Plagioklas, Magnetit und Olivin, ab, so bleibt ein sehr alkali- und namentlich  $K_2O$ -reiches Magma zurück. Es ist wahrscheinlich, dass beide Augite, namentlich derjenige in der Grundmasse, in grösserer Menge die Natronmolekel des Pyroxens enthalten. In der Basis erscheinen die kleinen Leucite dort, wo sich in derselben bereits vorher Augit in zweiter Generation ausgeschieden hat, wo das Magma also kalireicher geworden war. Das schliesslich übriggebliebene, als Glas erstarrte Residuum (Anal. 74) hat schwache Tendenz zum krystallisiren, wie überhaupt sehr alkalireiche (beide Alkalien enthaltende), an  $CaO$ ,  $MgO$  und  $SiO_2$  arme Magmen.<sup>1)</sup> Wäre das Gestein von Anfang an reicher an Natron gewesen, oder wäre eine solche Anreicherung des letzteren zu irgend einem Zeitpunkt vor Verfestigung in dem noch geschmolzenen Theil eingetreten, so ist es wahrscheinlich, dass Nephelin auskrystallisirt wäre.

Dass die Natronsilicate den Kalisilicaten gegenüber beim Aufbau krystallisirter Verbindungen die bevorzugteren sind, ergibt sich auch aus dem Umstande, dass, wo Nephelin in den Gesteinen auftritt, er stets älter ist, als die ortho- und plagioklastischen Feldspathe. Massenwirkungen sind auch hier entscheidend, d. h. wenn grösserer Ueberschuss der einen oder der anderen Verbindung vorhanden ist; im Uebrigen haben auch im basischen Magma die Natronverbindungen eine grössere Tendenz zu krystallisiren, als die entsprechenden Kaliverbindungen. Eisen, Magnesia und Kalk haben diese Tendenz noch in höherem Masse behalten, wie im sauren Magma und in einem solchen von mittlerem  $SiO_2$ -Gehalt. Ist Kalk allein oder mit sehr wenig  $MgO$  und  $K_2O$  im Magma vorhanden, so kann der Gehalt ein recht beträchtlicher sein, ohne dass eine starke Sättigung eintritt, und damit die Tendenz zur Krystallausscheidung. Diese Frage soll weiter unten einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden.

<sup>1)</sup> Man vergleiche Analysen 58—60.

## II.

Ueberblickt man alle gesteinsbildenden Silicate, so fällt bei der Betrachtung der chemischen Zusammensetzung derselben der Umstand auf, dass das  $K_2O$  und  $Na_2O$  mit dem  $CaO$  und  $MgO$  sehr verschiedene Affinitäten besitzen. Während diejenigen Minerale, in denen  $CaO$  mit  $Na_2O$  zusammen vorkommt, sehr verbreitet sind, fehlen fast gänzlich solche, in denen  $MgO$  und  $Na_2O$  zusammen vertreten wären. Dagegen tritt das Kali gern in magnesiahaltige Verbindungen ein, in Kalksilicaten ist es selten oder in ganz unbedeutender Menge vorhanden.  $CaO$  und  $MgO$  treten dafür in allen Verhältnissen zu Silicaten zusammen. Ebenso verhält es sich mit dem  $K_2O$  und  $Na_2O$ . Doch ist bei den beiden letzteren eine gewisse Regelmässigkeit zu beobachten. In den Kalisilicaten sind stets geringe, meist aber grössere Mengen Natron enthalten (Leucit, Sanidin), der  $K_2O$ -Gehalt der Natronsilicate (Nephelin) erreicht wohl kaum diese Höhe, namentlich tritt dieses hervor, wenn man die relativen Mengen beider Alkalien nicht nach dem Procentgehalt, sondern nach der Anzahl der Moleküle vergleicht. Man vergleiche nur die Analysen der Sanidine und Albite.<sup>1)</sup> Die in der Natur verbreiteten Silicate beweisen ebenso, dass  $K_2O$  sich ungern mit den Eisenoxyden verbindet,  $Na_2O$  schon eher (Akmit, Aegirin, Arfvedsonit), dagegen aber  $CaO$  und  $MgO$  mit Vorliebe mit den Eisenoxyden zusammentreten. Das Eisenoxydul scheint vom Kali (Glimmer), das Eisenoxyd vom Natron bevorzugt zu werden. Lemberg<sup>2)</sup> hat dieses verschiedene Verhalten der beiden Alkalien, insbesondere bei der Einwirkung in wässriger Lösung auf Minerale, in seinen Arbeiten, die eine wahre Goldgrube für den Geologen sind, auf experimentellem Wege nachgewiesen. Er zeigte auch, dass Massenwirkungen ausschlaggebend sind bei der Umsetzung der verschiedenen Basen in Silicaten und dass im Ueberschuss angewandte schmelzende Chloralkalien sich gegenseitig in Silicaten zu verdrängen vermögen. Es schien mir von Wichtigkeit, diese Experimente auf die Gesteinsgläser und die Glasbasis auszudehnen, weil doch die vulcanischen Gesteine der Einwirkung schmelzender und sublimirender Chloralkalien häufig genug ausgesetzt zu werden vermögen, und ausser-

<sup>1)</sup> Rammelsberg, Mineralchemie. 1875, II. Th. und Ergänzungsheft 1886.

<sup>2)</sup> cf. Z. d. d. G. 1863, pag. 576, 558 ff. u. 618.

dem noch das Verhalten eines schmelzenden Gemenges der Salze beider Alkalien dem  $CaO$  gegenüber bei Gegenwart von Thonerde und bei wechselnden Mengen von  $SiO_2$  zu studiren. Auf diesem Wege lässt sich ermitteln, welches von den beiden Alkalien das stärkere dem  $CaO$  und  $MgO$  gegenüber ist und in welcher Weise sie beim Aufbau der Verbindungen bevorzugt werden. Die Resultate lassen sich dann zwanglos auf das im Schmelzfluss befindliche Magma anwenden.

### I. Saure Gläser.

75. Felsitpechstein von Meissen (ohne Ausscheidungen).

76. Felsitpechstein 75 mit  $NaCl$  geschmolzen, und zwar 1 Stunde bei Weissgluth über dem Gebläse und 10 Stunden im Perrot'schen Ofen.<sup>1)</sup> Schmelzproduct gelblich bis bläulich, compact, glasig. Im Dünnschliff viele nicht näher zu bestimmende farblose polarisirende, verschwommene Mikrolithe (Feldspath?). Schmilzt leicht über dem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner.

77. Derselbe (75) mit  $KCl$  1 Stunde über dem Gebläse und 10 Stunden im Perrot'schen Ofen. In beiden Fällen war das Alkali fast verflüchtigt. Schmelzungsproduct wie 76, nur mit viel weniger Ausscheidungen. Schmilzt leicht über dem Bunsen'schen Brenner.

	75	76	77	Molekularberechnung		
				75a	76a	77a
$SiO_2$ . . . . .	71.44	73.56	72.54	1.190	1.226	1.209
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .	12.90	12.65	12.53	0.126	0.124	0.123
$CaO$ . . . . .	0.82	0.98	0.50	0.014	0.017	0.009
$MgO$ . . . . .	—	—	—	—	—	—
$K_2O$ . . . . .	2.19	0.47	12.83	0.028	0.005	0.136
$Na_2O$ . . . . .	4.24	11.08	0.18	0.068	0.179	0.003
$H_2O$ . . . . .	8.42	—	—	0.470	—	—
$Cl$ . . . . .	—	0.40	0.44	—	0.011	0.012
	100.01	99.14	99.02			

78. Glasbasis (Anal. 25) aus Liparitpechstein mit  $NaCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde über dem Gebläse. Product hellgrünliches, ganz homogenes Glas, ohne Ausscheidungen.

79. Die Glasbasis 25 mit  $KCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde über dem Gebläse. Product mit 78 identisch.

<sup>1)</sup> Bei diesen, wie bei allen nachfolgenden Versuchen wurden stets genau 40 Theile Salz auf einen Theil Mineralsubstanz in Pulverform genommen. Nach beendigtem Versuch wurde das Product gepulvert und mit destillirtem Wasser bis zur verschwindenden Chlorreaction ausgewaschen.

80. Glasbasis 15 aus sphärolithf. Liparitperlit mit  $NaCl$  30 Minuten über dem Gebläse, 2 Stunden über der Müncke'schen Lampe und 2 Stunden über einem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner. Das Product ist hellgrünlich, glasis, innen matt. Unter dem Mikroskop zahlreiche bis 0·08 Millimeter grosse länglich rechteckige Krystalle von Plagioklas (Albit, Anorthoklas?) mit schiefer Auslöschung in einem homogenen, farblosen Glase. Schmilzt leicht auf dem Bunsen'schen Brenner.

81. Dieselbe Glasbasis 15 mit  $KCl$ , 30 Minuten über dem Gebläse, 2 Stunden über der Müncke'schen Lampe, 2 Stunden über dem Bunsen'schen Brenner. Product äusserlich 80 ähnlich. Unter dem Mikroskope keine begrenzten Ausscheidungen, nur verschwommen polarisirende Körnchen und Gitterstreifung, aber sehr schwach (Mikroclin?). Sonst homogenes, farbloses Glas. Schmilzt wie 80.

	Molekularberechnung							
	78	79	80	81	78a	79a	80a	81a
$SiO_2$ . . . . .	70·53	73·11	73·60	71·38	1·175	1·218	1·226	1·189
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . .	12·96	13·23	13·65	13·58	0·127	0·129	0·133	0·133
$CaO$ . . . . .	1·14	0·05	0·69	0·53	0·020	0·001	0·012	0·009
$MgO$ . . . . .	0·11	0·12	Spur	Spur	0·003	0·003	—	—
$K_2O$ . . . . .	0·48	12·32	Spur	12·44	0·005	0·131	—	0·136
$Na_2O$ . . . . .	13·64	0·29	10·97	0·57	0·220	0·004	0·176	0·009
$Cl$ . . . . .	0·52	0·44	0·37	0·63	—	—	—	—
	99·38	99·56	99·28	99·13				

82. Obsidian von Lipari, homogenes Glas mit Beloniten.

83. Obsidian 82 mit  $KCl$  eine Stunde über dem Gebläse. Homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

84. Rothbrauner Pechstein von Meissen. Glas mit Mikrofelsit.

85. Pechstein 84 mit  $NaCl$   $\frac{1}{4}$  Stunde über dem Gebläse. Grünliches homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

	Molekularverhältnis							
	82	83	84	85	82a	83a	84a	85a
$SiO_2$ . . . . .	74·30	71·43	71·52	74·66	1·238	1·190	1·192	1·227
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . .	16·56	14·86	12·85	13·69	0·162	0·146	0·126	0·134
$CaO$ . . . . .	1·35	0·45	1·01	0·74	0·024	0·008	0·018	0·013
$MgO$ . . . . .	0·16	0·18	Spur	—	—	—	—	—
$K_2O$ . . . . .	4·32	11·94	2·06	0·57	0·046	0·127	0·022	0·006
$Na_2O$ . . . . .	2·62	0·24	3·76	9·76	0·042	0·004	0·060	0·157
Glühverl. . . . .	0·23	—	8·25	—	—	—	0·460	—
$Cl$ . . . . .	—	0·79	—	0·05	—	—	—	—
	99·54	99·89	99·45	99·47				

86. Glasbasis 35 des Trachyts von Monte Amiata mit  $NaCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde über dem Gebläse. Product homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

87. Dieselbe Basis 35 mit  $KCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde über dem Gebläse. Product wie das vorige; 86 und 87 schmelzen nicht über dem Bunsen'schen Brenner.

88. Glasbasis 41 aus Andesit vom Hliniker Thal mit  $NaCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse, 2 Stunden auf dem Müncke'schen und 4 Stunden auf dem Bunsen'schen Brenner. Grünlichgelbes Glas. Unter dem Mikroskope dieselben Ausscheidungen wie in 80 (Anorthoklas?) in homogenem Glase. Schmilzt leicht.

89. Glasbasis 41 mit  $KCl$   $\frac{1}{2}$  Stunde über dem Gebläse, 2 Stunden über dem Müncke'schen und 4 Stunden über dem Bunsen'schen Brenner. Product wie 88, ohne Ausscheidungen. Schmilzt leicht.

	86	87	88	89	Molekularverhältnis			
					86a	87a	88a	89a
$SiO_2$ . . . . .	70.32	68.48	66.84	65.21	1.172	1.141	1.114	1.087
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . .	15.40	14.06	16.48	16.82	0.152	0.138	0.161	0.165
$CaO$ . . . . .	0.88	0.96	2.25	0.94	0.016	0.017	0.040	0.017
$MgO$ . . . . .	0.20	0.20	0.49	0.47	0.005	0.005	0.012	0.012
$K_2O$ . . . . .	0.39	14.80	0.57	15.54	0.004	0.157	0.006	0.165
$Na_2O$ . . . . .	12.27	0.50	12.47	0.52	0.198	0.008	0.201	0.008
$Cl$ . . . . .	0.35	0.60	0.29	0.30	—	—	—	—
	99.81	99.60	99.49	99.80				

## II. Basische Gläser.

90. Tachylit von Bobenhausen, Bauschanalyse.

91. Tachylit von Bobenhausen 90 (dünne Rinde auf zersetztem Basalt oder Basaltwacke),  $\frac{1}{2}$  Stunde mit  $NaCl$  auf dem Gebläse. Product grünlichschwarz, steinig, mit einer Menge schönster Hämatitblättchen von hexagonaler Form, blutroth. Letztere auch in dem erkalteten  $NaCl$ . Unter dem Mikroskope amorphes Glas mit einer Menge opaker Körnchen (Magnetit?) und wahrscheinlich Augitmikrolithen.

92. Glasbasis 68 aus Limburgit  $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse mit  $NaCl$  behandelt. Product grünlichschwarz, Eisenglanzblättchen. Schöne Apatitnadeln, sonst wie 91.

93. Glasbasis 68 mit  $KCl$ ,  $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse; Product ebenso wie beim Versuch 92. Kein Apatit. 91, 92 und 93 schmelzen nicht leicht.

	Molekularverhältnis							
	90	91	92	93	90a	91a	92a	93a
$SiO_2$ . . . . .	43·65	43·75	39·06	40·16	0·727	0·729	0·651	0·669
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . .	33·23	36·00	40·60	36·39	—	—	—	—
$CaO$ . . . . .	8·70	6·50	4·91	6·59	0·155	0·116	0·088	0·118
$MgO$ . . . . .	2·03	0·31	2·12	3·05	0·051	0·008	0·053	0·076
$K_2O$ . . . . .	6·48	0·18	0·31	12·23	0·069	0·002	0·003	0·130
$Na_2O$ . . . . .	5·43	12·26	11·75	0·55	0·088	0·198	0·189	0·009
$H_2O$ . . . . .	0·61	—	—	—	—	—	—	—
$Cl$ . . . . .	—	1·18	1·15	0·52	—	0·034	0·033	0·015
	100·13	100·18	99·90	99·49				

Aus obigen Versuchen ersieht man, dass das  $K$  und  $Na$  sich nicht nur auszutauschen vermögen, sondern auch, dass schmelzendes  $KCl$  und  $NaCl$  eine höhere Sättigung des Silicats veranlassen können. Unter gleichen Umständen vermag das  $Na$  in das Silicat in grösserer Quantität einzutreten als  $K$ . Nach der Einwirkung der Chloralkalien wird das Silicat stets etwas basischer; diese Beobachtung hat schon Lemberg bei seinen analogen Versuchen gemacht. Das  $Na$  wird sowohl von den übersauren<sup>1)</sup>, als auch von den basischen Gläsern in grösserer Menge aufgenommen. Vergleicht man dieses Resultat mit den Versuchen von Lemberg<sup>2)</sup>, der bestimmte Minerale der Einwirkung schmelzender Chloralkalien unterwarf, so fällt sofort der Unterschied auf, der darin besteht, dass z. B. Leucit und Orthoklas sich in Natronleucit und Albit durch schmelzendes  $NaCl$  verwandeln lassen und ebenso durch  $KCl$  die Rückbildung der letzteren veranlasst werden kann, das heisst die Alkalien tauschen sich im Aequivalentverhältnis aus, während bei den Gläsern dieses nicht stattfindet; ein und dasselbe Glas nimmt unter gleichen Umständen weniger  $K$  als  $Na$  auf. Die Thonerde bleibt intact, bei der Verdrängung des  $Ca$  und  $Mg$  ist keine Regelmässigkeit zu beobachten. Im allgemeinen scheint aber  $K$  in sauren Gläsern  $Ca$  mehr zu verdrängen als  $Na$  es thut. Die Sättigung ist bis über eine

<sup>1)</sup> Unter „übersauer“ wird hier eine Sättigungsstufe, die unter dem Verhältnis  $R_2Si_2O_5$ ,  $RSi_2O_5$ ,  $RSi_2O_5$  bleibt, verstanden; saurere Silicate als diese sind ja als bestimmte Minerale nicht mit Sicherheit bekannt.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1876, 599 ff.

gewisse Grenze nicht zu bringen, und wie man aus der Zeitdauer der Einwirkung, die variiert wurde, ersieht, bald erreicht. Zur besseren Uebersicht ist hier das Molekularverhältnis der Schmelzproducte in runden Zahlen zusammengestellt:

	76a	77a	78a	79a
$Si O_2 : Al_2 O_3 : Na_2 O . . .$	10:1:1.1		10:1:1.9	
$Si O_2 : Al_2 O_3 : K_2 O . . .$		10:1:1.5		10:1:1.1
	80a	81a	86a	87a
$Si O_2 : Al_2 O_3 : Na_2 O . . .$	10:1:1.5		10:1:1.7	
$Si O_2 : Al_2 O_3 : K_2 O . . .$		10:1:1.1		10:1:1.4
	88a	89a	92a	93a
$Si O_2 : Al_2 O_3 : Na_2 O . . .$	10:1.5:1.8		10:?:3	
$Si O_2 : Al_2 O_3 : K_2 O . . .$		10:1.5:1.5		10:?:2.

Es wäre interessant, zu erfahren, ob vorher geschmolzene Minerale und dann der Einwirkung der Chloralkalien unterworfenen, sich ebenso verhalten, oder die Alkalien im Aequivalentverhältnis austauschen, wie ungeschmolzene. Kalk und Magnesia dürfen nicht in irgend grösserer Menge zugegen sein, denn sonst wird das Resultat verdeckt durch die verschiedene Affinität beider zu den einzelnen Alkalien, wie man aus weiteren Versuchen ersehen wird. Die Constanz in dem Verhalten der sehr verschieden constituirten Gläser, wie sie aus obigen Versuchen erhellt, scheint für die Annahme von Pelouze<sup>1)</sup>, die Gläser seien Gemenge bestimmter Silicate, zu sprechen.

### III. Minerale.

Es wurden noch folgende Versuche mit Mineralen ausgeführt:

94. Epidot von Sulzbach<sup>2)</sup> wurde, fein gepulvert, bis zur Frittung geglüht<sup>3)</sup>, um den Molekularverband aufzuheben und die Verbindung aufzulockern. Dies geschah in der Absicht, den Versuch nicht mit dem bestimmt constituirten Silicat, welches der Epidot repräsentirt, sondern mit einem basischen Thonerdekalk-Silicat überhaupt anzustellen. Der geglühte Epidot stellte nach dem Verlust des  $H_2O$  ein solches unbestimmtes Silicat dar.<sup>4)</sup> Wäre frischer, d. h. un-geglühter Epidot angewandt worden, so ist es wahrscheinlich,

<sup>1)</sup> Compt. rend. 64, pag. 53.

<sup>2)</sup> Zu den Versuchen wurden einschlussfreie, schöne Krystallfragmente verwandt.

<sup>3)</sup> Schmelzung liess sich nicht erzielen.

<sup>4)</sup> Unter dem Mikroskope keine Polarisationserscheinungen.

dass der Wasserstoff desselben bei der beginnenden Einwirkung des schmelzenden Alkalisalzes sich gegen  $K$  oder  $Na$  ausgetauscht hätte, was die Reaction, die zu eruiren war, beeinträchtigen würde. Den geglühten und fein gepulverten Epidot unterwarf ich der Einwirkung eines schmelzenden Gemenges von  $NaCl$  und  $KCl$ , worin  $Na$  zu  $K$  sich wie 1:1 verhielt, also die beiden Metalle im Aequivalentverhältnis waren. Das Product wurde vom Salz durch Auswaschen befreit, fein gepulvert und wieder bis zu fast verschwindender Chlorreaction mit heissem Wasser ausgewaschen. Das  $Cl$  ist hier, wie auch überall bei den bereits angeführten Versuchen, gewichtsanalytisch bestimmt worden. Ebenso wurden Versuche mit anhaltend bei Weissgluth geglühtem Leuchtenbergit von der Schischminskaja Gora angestellt.<sup>1)</sup>

Die Versuche ergaben folgende Resultate:

95. Geglühter Epidot mit ( $KCl + NaCl$ ) (1 Aeq.  $Na$  : 1 Aeq.  $K$ )  $\frac{1}{4}$  Stunde auf dem Müncke'schen Brenner ( $CaO$  bereits ausgetreten), dann ohne Unterbrechung  $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse und  $\frac{1}{4}$  Stunde auf dem Müncke'schen Brenner behandelt. Product eine kaffeebraune, blasige Schlacke, hart, durch  $HCl$  vollständig zerlegbar. In der wässerigen Lösung der zur Reaction angewandten Salze keine Spur von Eisen, keine Thonerde, sehr viel Kalk.

96. Geglühter Epidot mit so viel amorpher  $SiO_2$  gemischt, dass das Gemenge 70 Procent  $SiO_2$  enthielt, fein gepulvert und bis zur Frittung auf dem Gebläse geglüht. Das Pulver mit ( $KCl + NaCl$ ) genau unter denselben Umständen, wie in Versuch 95 behandelt. Product: hellkaffeebraunes, wenig poröses Glas. Durch  $HCl$  schwer zersetzbar.

97. Geglühter Epidot mit ( $Na_2SO_4 + K_2SO_4$ ), so dass wieder 1 Aeq.  $Na$  auf 1 Aeq.  $K$  kam, unter genau denselben Verhältnissen wie oben behandelt. Product: ein schwarzes, homogenes Glas, hart und etwas blasig. Kein Geruch nach  $H_2S$ . Unter dem Mikroskope ein farbloses bis gelbliches Glas, stellenweise polarisirend mit schwarzen Körnern durchspickt. Die wässerige Lösung der Schmelzmasse ( $Na_2SO_4 + K_2SO_4$ ) lässt anfangs sehr viele Gypsnadeln fallen. Das Glas löst sich leicht in concentrirter Salzsäure. Dieser Versuch wurde angestellt, um die Bedeutung und etwaigen Einfluss der mit den Alkalien verbundenen Stoffe zu zeigen.

<sup>1)</sup> Es wurde wie früher stets 1 Theil des Silicatpulvers auf 40 Theile Salzgemenge genommen.



	Molekularverhältnisse							
	94 <sup>1)</sup>	95	96	97	94a	95a	96a	97a
$\text{SiO}_2$ . .	36.92	35.47	54.50	32.06	0.615	0.591	0.908	0.534
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . .	23.50	22.85	16.95	22.04	0.230	0.224	0.166	0.216
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . .	13.01	13.09 <sup>2)</sup>	6.35	12.33	{ 0.081 0.010 }	0.080	0.040	0.077
$\text{FeO}$ . .	0.75							
$\text{CaO}$ . .	23.30	16.12	7.42	15.57	0.416	0.288	0.133	0.278
$\text{H}_2\text{O}$ . .	2.00	—	—	—	0.111	—	—	—
$\text{K}_2\text{O}$ . .	—	4.34	8.70	6.71	—	0.046	0.092	0.071
$\text{Na}_2\text{O}$ . .	—	7.01	5.75	10.74	—	0.113	0.092	0.173
$\text{Cl}$ . .	—	1.03	0.15	—	—	0.030	0.005	—
$\text{SO}_2$ . .	—	—	—	0.50	—	—	—	0.006
	99.48	99.88	99.83	99.95				

Das Verhältniss  $\text{CaO} : \text{K}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O}$  ist in (95) gleich 6.2 : 1 : 2.45; in (96) 1.45 : 1 : 1; in (97) 3.9 : 1 : 2.43. Daraus ersieht man, dass in basischen, thonerdehaltigen Silicaten das  $\text{Na}_2\text{O}$  eine viel grössere Tendenz hat, wie das  $\text{K}_2\text{O}$ , sich zu dem  $\text{CaO}$  zu addiren. Sowohl bei der Behandlung mit Chloralkalien, als auch mit schwefelsauren ist 2.5mal so viel  $\text{Na}_2\text{O}$  in die Verbindung eingetreten, als  $\text{K}_2\text{O}$ . In den saueren Silicaten ist diese Tendenz weniger ausgesprochen, doch ist der Versuch 96 nicht entscheidend, da sich nicht feststellen lässt, ob der Epidot mit der amorphen Kieselsäure bei der Schmelzung eine innige Verschmelzung erfahren hat. Ist letzteres nicht der Fall, so ist die Reaction nicht rein zur Darstellung gebracht, denn es hat eine Einwirkung gleichzeitig auf die unverbundene Kieselsäure stattgefunden, deren Werth sich nicht feststellen lässt. Zur Entscheidung der Frage, ob  $\text{Na}_2\text{O}$  sich auch in sauren Silicaten dem  $\text{CaO}$  gegenüber ebenso verhält, wie in basischen, wurde noch ein Versuch ausgeführt. Dazu wurde ein eisenoxydfreies Thonerdesilicat benutzt. Die Reaction muss dieselbe sein, ob dieses vorhanden ist oder nicht, wie aus den obigen Versuchen zu ersehen ist, wobei das  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ebenso wie die Thonerde kaum verdrängt worden sind. Es ist eher anzunehmen, dass ein ganz geringer Theil als Chloraluminium und Chloreisen sich verflüchtigt haben. Ausserdem führte ich noch einen Versuch mit einem Thonerde-Magnesia-Silicat aus, welcher auch hier gleich angeführt werden soll.

<sup>1)</sup> Die Zusammensetzung eines  $\text{H}_2\text{O}$ -freien Epidots nach Anal. 94 auf 100 berechnet, ist : 37.87  $\text{SiO}_2$ , 24.11  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 13.35  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0.77  $\text{FeO}$ , 23.90  $\text{CaO}$ ; die eines Gemenges von  $\text{SiO}_2$  und geglühter Epidotsubstanz, welche 70 Procent  $\text{SiO}_2$  enthielte: 70.00  $\text{SiO}_2$ , 11.64  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 6.45  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0.37  $\text{FeO}$ , 11.54  $\text{CaO}$ .

<sup>2)</sup> Als Oxyd berechnet, ebenso die folgenden.

98. Geglühter Adular vom St. Gotthardt; farblos, durchsichtig.

99. Geglühter Albit von Kirjabinsk bei Ekaterinburg, Ural; gelblichweiss.

100. Adular 98 und Albit 99 geschmolzen, gepulvert und so gemischt, dass 1 Aeq. *Na* auf 1 Aeq. *K* kam; dieses Gemenge<sup>1)</sup> mit *CaCl*<sub>2</sub>  $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse und  $\frac{1}{4}$  Stunde auf dem Müncke'schen Brenner behandelt. Product: weisser Emailklumpen, isotrop mit polarisirenden kleinen Flecken. Schmilzt schwer.

101. Leuchtenbergit von der Schischminskaja Gora bei Slatoust, Ural. Ausgezeichnete zollgrosse, ganz reine Krystalle.

102. Leuchtenbergit bis zum constanten Gewicht stark geglüht (er lässt sich nicht schmelzen), fein gepulvert und, wie bei den oben angeführten Versuchen, mit (*KCl* + *NaCl*)<sup>2)</sup>  $\frac{1}{4}$  Stunde auf dem Müncke'schen Brenner (schwache Reaction der gelösten Chloralkalien auf Magnesia),  $\frac{1}{2}$  Stunde auf dem Gebläse und  $\frac{1}{4}$  Stunde auf dem Müncke'schen Brenner behandelt (starke Magnesiareaction). Product: hellgraubräunlicher zusammengebackener Kuchen, härter als ursprünglich, doch weich. Gepulvert und bis zur verschwindenden Chlorreaction gewaschen. Wird durch *HCl* vollständig zersetzt. Schmilzt sehr schwer.

	98	99	100	101 <sup>3)</sup>	102	Molekularverhältnisse		
						100a	101a	102a
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	64·92	68·50	65·44	30·61	34·02	1·090	0·510	0·567
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	18·01	17·91	20·05	19·52	25·87	0·197	0·191	0·254 <sup>3)</sup>
<i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	0·62	1·23		0·30			0·002	
<i>FeO</i>	—	—		2·53			0·035	
<i>CaO</i>	0·30	0·35	13·51	—	—	0·240	—	—
<i>MgO</i>	Spur	0·10	—	34·20	33·11	—	0·855	0·828
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	14·40	0·82	0·43	—	3·60	0·0046	—	0·038
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	1·15	11·07	0·57	—	2·08	0·0092	—	0·033
<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	—	—	—	12·53	—	—	0·696	—
<i>Cl</i>	—	—	0·47	—	0·93	—	—	—
	99·40	99·98	100·47	99·69	99·61			

<sup>1)</sup> 1 Theil des Gemenges auf 40 Theile *CaCl*<sub>2</sub> (wasserfrei). Das Product wurde rasch mit heissem Wasser, welches einige Tropfen Essigsäure enthielt, bis zur verschwindenden Chlorreaction ausgewaschen. Geschieht dieses nicht gleich und ohne Unterbrechung, so wird sehr viel *CO*<sub>2</sub> angezogen.

<sup>2)</sup> Wasserfrei auf 100 berechnet gibt Leuchtenbergit: 35·12 *SiO*<sub>2</sub>, 22·40 *Al*<sub>2</sub>*O*<sub>3</sub>, 0·34 *Fe*<sub>2</sub>*O*<sub>3</sub>, 2·90 *FeO*, 39·24 *MgO*. — cf. auch die Analysen vom Herzog v. Leuchtenberg und Hermann, Bull. Acad. Petersb. 9, 188.

<sup>3)</sup> Als *Al*<sub>2</sub>*O*<sub>3</sub> berechnet.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass der Kalk mehr Alkalien zu verdrängen vermag als umgekehrt; das Verhältniss der beiden zurückbleibenden Alkalien in 100 ist  $K_2O : Na_2O = 1 : 2$ , d. h. Natron wird schwerer verdrängt, wie das Kali. Es ist wahrscheinlich, dass das  $Na_2O$  mit dem  $CaO$  zu einem Doppelsilicat sich verbindet und dieses energischer gegen die Verdrängung durch  $CaO$  reagirt, als das Kalisilicat. Der Versuch 102 lehrt, dass die Magnesia sich den beiden Alkalien gegenüber umgekehrt zu verhalten scheint, wie  $CaO$ . Es ist eine grössere Quantität  $K$  in die Verbindung eingetreten, als  $Na$ . Das Verhältniss  $K_2O : Na_2O = 1.15 : 1$ . Zugleich ist auch ersichtlich, dass unter denselben Umständen  $CaO$  in grösserer Menge verdrängt wird (Anal. 94—97) als  $MgO$ . Diese Resultate stimmen gut mit dem allgemeinen Verhalten der beiden alkalischen Erden und der Alkalien überein, wie solches beim Zusammentritt derselben zu Mineralen beobachtet wird. Die  $Ca$ -Silicate enthalten häufig beträchtliche Mengen der Alkalien, die  $Mg$ -Silicate mit Alkali sind selten und enthalten diese ( $K_2O$ ) in untergeordneter Quantität. Das  $K_2O$  ist dabei stets die bevorzugte Verbindung in den  $Mg$ -Silicaten, das  $Na_2O$  in den  $Ca$ -Silicaten. In  $Na$ -Silicaten tritt  $K$  meist untergeordneter auf als  $Na$  in  $K$ -Silicaten. Die Alkalien bilden mit Vorliebe saure Verbindungen, die alkalischen Erden, sowie Eisenoxydul, basische. Daraus folgt nun auch eine leichtere Sättigung der Lösung durch die Silicate der alkalischen Erden, als durch solche der Alkalien.  $CaO$ ,  $MgO$  und  $FeO$  sind, wie die zahlreichen Versuche von *Lemberg*<sup>1)</sup> und auch die oben angeführten lehren, der Kieselsäure gegenüber stärker als die Alkalien, es müssen sich deshalb diese Basen mit der  $SiO_2$  zuerst zu Verbindungen zusammenthun, d. h. sie werden bei genügender Temperaturniedrigung zuerst auskrystallisiren; dann werden  $Na$ -Verbindungen entstehen, vor letzteren aber noch gemischte aus zwei- und einwerthigen Metallen, dann erst  $K$ - oder  $KNa$ -Silicate. Bei grossem Ueberschuss des  $K$  tritt die Massenwirkung in ihre Rechte und es scheiden sich  $K$ - vor  $Na$ -Silicaten aus, doch bleibt noch ein verhältnismässig  $K$ -reicher Silicatrest zurück, der entweder glasig erstarrt oder sich noch weiter mikrolithisch spaltet. Doch ist stets ein Theil des  $Na$  in diesem Falle in geringer Menge zum Aufbau der  $Ca$ - und  $K$ -Silicate als isomorphe Beimischung verbraucht worden.

<sup>1)</sup> Zuletzt: Z. d. d. g. G. 1885, pag. 959 ff.

Warum kieselsäurereichere Verbindungen in der Regel später auskrystallisiren, wenn auch nicht immer, soll später des weiteren erörtert werden.

### III. <sup>1)</sup>

Bevor ich die sich aus vorstehenden Untersuchungen der Glasbasis der Gesteine und der Experimente ergebenden Schlussfolgerungen ziehe, wird es nützlich sein, noch einige bereits ausgeführte, aber wenig beachtete Untersuchungen der bei der Entglasung künstlicher Schmelzflüsse, namentlich des Glases, obwaltenden Bedingungen einer kurzen Besprechung zu unterziehen. Dumas <sup>2)</sup> gibt an, dass die krystallinisch ausgeschiedenen Massen im Glase nach seinen eigenen und Leblanc's Untersuchungen stets mehr  $SiO_2$  enthielten als das sie umgebende Glas. Dasselbe fand Splitgerber <sup>3)</sup> und Terreil. <sup>4)</sup> Zuletzt bestätigte diese Thatsache Benrath. <sup>5)</sup> Die genannten Forscher untersuchten meist saure Gläser, deren Gehalt an  $SiO_2$  zwischen 80 und 69 Procent schwankt. Nur zwei Analysen von Dumas und Terreil beanspruchen besonderes Interesse, weil hier die Glasmasse in einem Falle 64·7 Procent, im zweiten 62·4 Procent  $SiO_2$  enthielt, trotzdem aber waren die sphärolithischen Ausscheidungen saurer (68·2 und 63·67 Procent  $SiO_2$ ).

Benrath <sup>6)</sup> wies in sehr sauren Gläsern der Zusammensetzung  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $8SiO_2$ , die sehr leicht entglast wurden, das Vorhandensein krystallisirten Quarzes nach (98·49 Procent  $SiO_2$ , 0·80  $Al_2O_3$ , 0·34  $CaO$ , 0·37  $Na_2O$ ), wobei er ausdrücklich betont, dass es nicht etwa unverschmolzener Sand sein könne, denn dieselbe

<sup>1)</sup> Als das Manuscript bis zu diesem Abschnitt gediehen war, erschien Rosenbusch's Physiogr. d. Mass. Gesteine in 2. Auflage, 1. Abth. Es war nothwendig, auf einige Fragen, die sich eng mit den mich beschäftigenden berührten, näher einzugehen. Wenn es nicht in ausgedehnterem Masse geschehen ist, so liegt es daran, dass in dem sonst so vortrefflichen Werke die Ausführungen über die bedingenden Ursachen der structuellen Verschiedenheiten und der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine so allgemein und vage gehalten sind, dass es sehr schwer fällt, auf dieselben näher einzugehen.

<sup>2)</sup> Chim. app. aux arts. Art. „Verre“.

<sup>3)</sup> Erdmann's Journ. 1849, 48, 82.

<sup>4)</sup> Compt. rend. 1857, 47, 693.

<sup>5)</sup> Beiträge zur Chem. d. Glases. Dorpat 1871, 41.

<sup>6)</sup> l. c., pag. 51 ff.

Probe, rasch gekühlt, zeigte keine Spur von Ausscheidungen. Bei der Untersuchung basischer (?) Gläser (ca.  $RO, 2SiO_2$ ) erhielt Benrath Ausscheidungen, die der Albitzusammensetzung entsprechen, die er aber als Oligoklas +  $SiO_2$  deutet. Er kommt zum Schluss zu dem interessanten Ergebnis, dass man es bei unentglasten Gläsern mit einer Lösung von Kieselsäure, Feldspath etc. in „Glas“ zu thun habe, wobei dann verschiedenen Temperaturen auch verschiedene Sättigungsgehalte zukommen. Es sei ja jedem Schmelzer bekannt, dass, je höher die Temperatur, desto grössere Mengen Kieselsäure, resp. Sand, der schmelzenden Menge incorporirt werden können: diese Kieselsäure geht nun keine Verbindungen mit den Basen ein, sondern wird einfach gelöst. Dass sich bei höherer Temperatur saurere Silicate bilden können, als bei niederer, hat nichts Unwahrscheinliches, dass sich aber solche auch nur für höhere Temperaturen bilden, nur bei diesen beständig, beim Sinken der Temperatur zerfallen, erscheint ihm unwahrscheinlich, da bisher in Betreff anderer Salze derartiges nicht, wohl aber vielfach das entgegengesetzte Verhalten bekannt. Daher ist er zu obiger Annahme gezwungen. Er zeigt auch mittelst partieller Zersetzung mit Flusssäure, dass das unentglaste Glas aus präformirtem Quarz, Feldspath, Wollastonit etc. besteht und zieht auch zum Beweise noch das bekannte Experiment von Daubrée, wobei überhitzter Wasserdampf auf Kalkglas einwirkte, sowie die Aetzversuche von Leydolt<sup>1)</sup> heran.

Besonderes Interesse beanspruchen die Versuche von Pelouze<sup>2)</sup> über den Einfluss der relativen Menge der verschiedenen Bestandtheile des Glases auf die Entglasbarkeit desselben. Darnach sind Gläser, in denen das Verhältnis  $RO, 3SiO_2$  überschritten ist, leicht entglasbar. Das Maximum des Kalkes, welches ohne Gefahr in der Schmelzmasse enthalten sein kann, wird durch das Verhältnis  $5Na_2Si_2O_7 + 7CaSi_2O_7$  ausgedrückt. Gläser von höherem Alkaligehalt sind leichtflüssiger, weicher und leichter zersetzbar, Gläser von höherem Kalkgehalt strengflüssig, aber leichter entglasbar. Die Thonerde zeigt ein eigenthümliches Verhalten. Bei einem Gehalt von 44.4 Procent  $Al_2O_3$  zeigte ein Glas von der Gesamtzusammensetzung  $41.9SiO_2, 44.4Al_2O_3, 9.2Na_2O, 5.1CaO$ , welches 240 Stunden lang bis zum Erweichen erhitzt wurde, keine Spur

<sup>1)</sup> Compt. rend. 1852, 34, pag. 565.

<sup>2)</sup> Compt. rend. 64, pag. 53.

von Entglasung, während ein anderes von der Zusammensetzung  $75.00 \text{ SiO}_2$ ,  $17.40 \text{ Na}_2\text{O}$ ,  $7.60 \text{ Al}_2\text{O}_3$  sich gar nicht klar schmelzen liess. Im allgemeinen scheint der Thonerdegehalt eher hindernd, als der Entglasung fördernd zu sein. Nie scheidet sich die Thonerde wie Eisenoxydul oder Chromoxyd im Glase krystallinisch aus. Dieses stimmt auch vollständig mit den Erfahrungen, die bei den Gesteinsuntersuchungen gewonnen wurden, überein. Magnesia dagegen veranlasst eine leichte Entglasbarkeit des Glases. Bei irgendwie bedeutenderem Gehalt daran wird das Glas blasig und lässt sich nicht läutern. Endlich kann Kaliglas einen viel höheren Gehalt an  $\text{SiO}_2$  haben als Natronglas, ohne dass beim Kühlprocess die Gefahr der Entglasung eintritt. So führt Benrath<sup>1)</sup> Gläser an, die der Zusammensetzung  $5 \text{ K}_2\text{O}$ ,  $4 \text{ SiO}_2 + 7 \text{ CaO}$ ,  $4 \text{ SiO}_2$  entsprechen, welche sich nicht entglasen. Ueberhaupt entglasen sich Kaligläser schwerer als Natrongläser. Die Resultate sämmtlicher Untersuchungen lassen sich nun folgender Weise zusammenfassen:

Kalisilicate sättigen schmelzende Silicatlösungen sehr schwer, ebenso Thonerde, Natronsilicate schon leichter, dann folgt  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , sowie die Oxyde der schweren Metalle ( $\text{FeO}$  schwerer als  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sowie Titan, Zirkon und ähnliche, welche überaus leicht ausgeschieden werden, und zwar zum Theil als freie Oxyde.  $\text{SiO}_2$  sättigt Silicatlösungen schwer. Doch scheint nicht immer die Ausscheidung freier Oxyde, z. B.  $\text{Fe}_2\text{O}_4$ , auf Uebersättigung zurückzuführen zu sein, namentlich nicht in sauren Gläsern. So sieht sich Lemberg<sup>2)</sup> zu der Annahme gezwungen, dass geschmolzener Orthoklas oder Albit beim Erstarren aus zweibasisch saurer Verbindung in die vierbasisch saure übergehen muss, wobei eine Ausscheidung von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  erfolgen kann, was das Auftreten von Magnetit in den  $\text{SiO}_2$ -reichen Obsidianen zu erklären vermag. Die Untersuchung der Glasbasis in den Gesteinen zeigt nun in den frischen Gesteinen eine constante Anreicherung des  $\text{K}_2\text{O}$  in derselben (nicht immer absolut, aber dem  $\text{Na}_2\text{O}$  gegenüber). Diese Thatsache gewinnt aber erst Bedeutung, wenn man das anderweitig constatirte Verhalten der Kaligläser berücksichtigt. Dieselben entglasen sich schwer, schwerer als alle anderen, wie oben gezeigt worden ist, daher muss der nichtkrystallisirte Rest  $\text{K}_2\text{O}$ -reicher sein. Basische alkali-

<sup>1)</sup> Die Normalzusammensetzung des bleifreien Glases. Aachen 1868, pag. 68.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1885, pag. 995.

reiche Gläser (Anal. 58—62) schmelzen leicht und haben keine Tendenz zu krystallisiren, sauerere alkalireiche scheinen dasselbe Verhalten zu zeigen. Ein solches Magma wird daher bei entsprechender Armuth an  $CaO$  und  $MgO$  unter den in den Vulkanen obwaltenden Bedingungen selten krystallinisch erstarren. Dagegen besitzen übersauere Magmen eine viel grössere Neigung, porphyrische Einsprenglinge zu beherbergen. Glasig erstarrte,  $CaO$ -reiche Basaltobsidiane sind ja nur an wenigen Punkten überhaupt gefunden worden; die Insel Hawai bildet in dieser Beziehung bis jetzt ein Unicum des massenhaften Auftretens solcher Gebilde.<sup>1)</sup> Die Anal. 61 und 62 ist ein stricter Beweis gegen die ältere Anschauung<sup>2)</sup>, dass aus einem Magma nie ein Feldspath sich ausscheiden könne, dessen  $SiO_2$ -Gehalt höher wäre als derjenige des Magma selbst.

Die Frage nach der Sphärolithbildung und der chemischen Constitution dieser Körper ist durch diese Untersuchung derselben in chemischer Beziehung ihrer wesentlichen Lösung nähergerückt. Alle meine Analysen zeigen einen beträchtlichen  $Na$ -Reichthum in den Sphärolithen, ausserdem sind die Sphärolithe immer saurer als das sie umgebende Glas. Dasselbe lässt sich auch an den Sphärolithen in den künstlichen Gläsern verfolgen. Ein Beispiel ist besonders lehrreich. Der Obsidian (3) von Teneriffa enthält Sphärolithe, deren Kern (5) porös und tridymithaltig ist; ebenso ist im Liparitpechstein 24 die perlitische Structur, die im Zusammenhang mit der Spaltbarkeit der Krystalle steht, wichtig. Es beweisen diese Verhältnisse, dass in gewissen Gesteinen den absorbirten, bei der Erstarrung freiwerdenden Wasserdämpfen eine entscheidende Rolle bei der Herausbildung der Sphärolithe zugeschrieben werden muss; doch nicht in allen.<sup>3)</sup> Bei weitem die Mehrzahl der sphärischen Gebilde ist compact, nicht porös, und als einfache Entglasungserscheinung aufzufassen, ohne Mitwirkung des Wassers, wie ja das Vorhandensein dieser Gebilde in künstlichen Glasflüssen beweist.

<sup>1)</sup> Cohen, N. J. 1880, II.

<sup>2)</sup> Bischof, Chem. Geol. II, pag. 393.

<sup>3)</sup> Während der Correctur geht mir die Abhandlung von Iddings „The nature and origin of lithophysae and lamination of acid lavas,“ zu.

Der Verfasser kommt zu demselben Resultat auf einem anderen Wege. Americ. Journ. of science XXXIII. 1887, pag. 45.

Dämpfe scheinen es immerhin gewesen zu sein, die diese Structurform bedingten, wenn auch nicht immer Wasserdämpfe. Betrachten wir die Bedingungen, unter denen künstliches Glas geschmolzen wird, so ist zunächst der Umstand hervorzuheben, dass die Mischung, aus der der Schmelzfluss bereitet wird, aus kohlen sauren oder schwefelsauren Salzen mit Sand besteht, ausserdem flüchtige Stoffe, wie Arsen etc. dem Glase, um es recht schön zu machen, beigefügt werden. Es ist ausserdem den Schmelzern eine wohlbekannte Thatsache, dass, wenn das Glas sich nicht gut läutert, d. h. nicht alle Gasbläschen entweichen oder noch unverschmolzene Theilchen zurückbleiben, dieselben eine sphärolithische Entglasung beim Kühlen des Glases unvermeidlich zur Folge haben. Halten wir dieses alles zusammen, so kommen wir ganz von selbst zu dem Schlusse, dass diese freiwerdenden Gase,  $CO_2$ ,  $SO_2$ , und andere, wie  $Cl$  (Steinsalz wird ebenfalls verwandt) es sind, die eine sphärolithische Entglasung einzuleiten vermögen. Im allgemeinen: Sphärolithstructur, namentlich in sauren Gesteinen, wird hauptsächlich dort zu beobachten sein, wo während einer Eruption Emissionen von Gasen und Dämpfen durch das geschmolzene Magma hindurch stattfinden. Auch ein entwässertes Magma kann durch sublimirende Chlorverbindungen, sowie schwefelsaure Salze, die ja mit den Silicaten sich umsetzen können, wie obige und ältere Versuche zeigen, zur Sphärolithausscheidung veranlasst werden. Beim Austausch der Basen der sublimirenden Substanz und der Silicate werden die Silicate, wie oben bereits erwähnt, stets etwas basischer, dabei wird auch Chlor oder  $SO_2$  frei, diese können sich wieder mit dem Wasserdampf zu intensiv zersetzend wirkenden Säuren verbinden und noch parallel laufende Nebenprocesse einleiten. In sauren Gesteinen enthalten dabei die Sphärolithe stets mehr  $Na_2O$  im Verhältniss zum  $K_2O$ , wie die Glasbasis. Auch die makroporphyrischen Anorthoklase und die Anorthoklase und  $Na$ -reichen Oligoklase der Grundmasse vieler saurer Gesteine beweisen zur Genüge den Satz: dass die Natronverbindungen eine grössere Tendenz auszukrystallisiren haben, als die entsprechenden  $K$ -Verbindungen.



Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, betrachten wir das im Schmelzfluss befindliche Gesteinsmagma als eine mehr oder weniger gesättigte Lösung verschiedener Silicate. Dabei ist die Annahme, die verschiedenen Silicate seien als solche oder ähnliche, aber constante Verbindungen auch in gelöstem Zustande im Magma vorhanden, die wahrscheinlichste. Darauf weisen alle bisherigen experimentellen Untersuchungen, die oben angeführten Resultate Benrath's, sowie die Aetzversuche von Leydolt hin. Hauptsächlich findet aber diese Ansicht ihre Unterstützung, sogar ihren Beweis darin, dass aus verschiedenen sauren und basischen Magmen immer dieselben Minerale krystallisiren, die ja als gesteinsbildende bekannt, nur eine kleine Gruppe repräsentiren. Es ist dabei zu beachten, dass damit nur die Grundverbindungen gemeint sind, die bei isomorpher Mischung eine reiche Fülle der Abänderungen ein und derselben Species hervorbringen können, wie beim Pyroxen, Feldspath etc. Diese Grundverbindungen der vier- oder zweibasischen Kieselsäure sind im Magma als in Lösung befindlich gedacht. Ausserdem können noch Oxyde sowohl, als auch freie Säure ( $SiO_2$ ) gelöst sein. Geräth ein bereits fertiges Gestein in Fluss, in welchem sich auf wässerigem Wege umgewandelte oder neu entstandene Minerale befinden, oder solche, deren Bildung die Annahme gewisser, uns noch unbekannter Bedingungen erheischt (Hornblende, Glimmer) und welche unter den gewöhnlichen Umständen sich nicht nachbilden lassen, so werden in der Schmelzlösung Umsetzungen stattfinden, bis eine stabile Gleichgewichtslage der Molekel erreicht und den Affinitäten Gönüge geleistet ist, dann werden bei einer langsamen Abkühlung unter gewöhnlichen Bedingungen andere Minerale auskrystallisiren, wie diejenigen, aus denen das Gestein vor der Schmelzung bestand. Ein Beweis dafür sind die „Expériences negatives et tentatives infructueuses“ von Michel Lévy und Fouqué.<sup>1)</sup> Eine solche Beschaffenheit des Schmelzmagma findet ihr vollständiges Analogon in den wässerigen Lösungen gemischter Salze. Es sei gestattet, auf diese letzteren etwas näher einzugehen, um die für dieselben gefundenen Gesetze für die Schmelzlösungen zu verwerthen. Ebenso wird es nützlich sein, die Erscheinungen, die bei der Aenderung des

---

<sup>1)</sup> Synthèse des minéraux. 1882, pag. 75 ff.

Aggregatzustandes fester und flüssiger Körper statthaben, einer Betrachtung zu unterziehen.

Flüssigkeiten vermögen feste Körper in sich aufzunehmen, d. h. sie vereinigen sich mit denselben zu einer homogenen Flüssigkeit — einer Lösung. Jede Flüssigkeit vermag aber von demselben festen Körper nur eine bestimmte Menge aufzunehmen, nach deren Aufnahme die Flüssigkeit nicht mehr auf den festen Körper einwirkt. Die Lösung ist gesättigt. Dies gilt aber nur für eine bestimmte Temperatur. Beim Steigen der Temperatur können die Flüssigkeiten im allgemeinen mehr von ein und demselben festen Körper aufnehmen, beim Fallen weniger; doch nicht immer. So bildet das Natriumsulfat eine Ausnahme. Die Löslichkeit desselben im  $H_2O$  steigt bis  $33^\circ$  und fällt von da an bis zum Siedepunkt ( $103.17^\circ$ ). Aus heißen Lösungen krystallisiren Salze wasserfrei oder mit wenig Krystallwasser, aus Lösungen von niedriger Temperatur dieselben Stoffe mit grösserem Wassergehalt. Die Gesetze des Einflusses der Temperatur und der Natur des gelösten Stoffes auf die Löslichkeit sind trotz zahlreicher Untersuchungen bis jetzt nicht ermittelt.<sup>1)</sup> Ueber den Einfluss des Druckes liegen Untersuchungen von Sorby<sup>2)</sup> vor, aus denen hervorgeht, dass bei Salzen, wie der Salmiak, deren Auflösung von Ausdehnung begleitet ist, bei deren Ausscheidung aber Contraction erfolgt, die Löslichkeit mit steigendem Druck abnimmt, während bei solchen, bei deren Auflösung Contraction, bei deren Ausscheidung dagegen Ausdehnung stattfindet, die Löslichkeit durch höheren Druck zunimmt. Das Verhalten gesättigter, homogener Lösungen, wenn verschiedene Theile verschiedene Temperatur haben, ist von Soret<sup>3)</sup> studirt und kommt er zu dem Ergebnis, dass ungleichmässige Vertheilung des Salzes im wärmeren und kälteren Theil resultirt, und zwar eine Anreicherung des Salzes im kälteren Theil. Die Untersuchungen gesättigter Lösungen von Salzgemengen

---

<sup>1)</sup> Gay-Lussac, Ann. chim. phys. 1819, 11, pag. 296. — Alluard, Compt. rend. 1864, 59, pag. 500. — Poggiale, Ann. chim. phys. 1843, 8, pag. 463. — Kremers, Pogg. Ann. 1856, 97, pag. 1; Ibid. 1856, 99, pag. 25 etc. — Nordenskjöld, Pogg. Ann. 1869, 136, pag. 309. — Kremers, Pogg. Ann. 1854, 92, pag. 497; Ibid. 1855, 94, pag. 87 u. 255 u. ff.

<sup>2)</sup> Proc. Roy. Soc. 1863, 12, pag. 538.

<sup>3)</sup> Ann. chim. phys. 1881, (5), 22, pag. 293.

von Karsten<sup>1)</sup>, Hauer<sup>2)</sup> und Rüdorff<sup>3)</sup> haben gezeigt, dass gewisse Salze sich aus ihren Lösungen zu verdrängen vermögen, andere dagegen ebensoviel oder noch mehr von den Salzen beim Mengen der Lösungen aufnehmen können, wie die ursprünglichen getrennten Lösungen. Beim Gefrieren von Salzlösungen scheidet sich zuerst der im Ueberschuss vorhandene Körper, das Lösungsmittel aus und dann das Kryohydrat — ein Gemenge von Eis und Salz (bei wässerigen Lösungen).<sup>4)</sup> Wöhler<sup>5)</sup> hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Schmelzpunkt der amorphen Modification eines Körpers niedriger ist als der krystallisirten. Es ist bekannt, dass man geschmolzene Flüssigkeiten weit unter den Erstarrungspunkt erkalten lassen kann, ohne dass sie erstarren. Bei Berührung einer solchen überkalteten Flüssigkeit mit einem bereits starren Stück desselben Körpers, beginnt dieselbe sofort zu erstarren, wobei die Temperatur bis höchstens auf die des Schmelzpunktes sich erhebt. Eine interessante Beobachtung theilt Ostwald<sup>6)</sup> mit. Er tauchte in geschmolzenes und überkaltetes unterschwefligsaures Natron einen mit dem erstarrten Salze überzogenen Glasstab und es gelang leicht, denselben nach einigen Augenblicken mit den angeschossenen Krystallen aus der Flüssigkeit zu entfernen, ohne dass diese zu erstarren fortfuhr. Er schliesst daraus, dass die Erstarrung durch eine specifische Wirkung des Körpers bedingt wird. Für übersättigte Lösungen gilt dasselbe. Ihr Verhalten ist Gegenstand überaus zahlreicher Abhandlungen geworden. Die Uebersättigung einer Lösung wird durch das Eintauchen eines Krystalls des gelösten Salzes aufgehoben; dasselbe veranlassen isomorphe Krystalle; der Uebersättigungszustand ist kein abnormer, denn Coppet<sup>7)</sup> hat an übersättigten Lösungen dieselben Gesetze gefunden, wie für die gesättigten. Die Erscheinung ist eine allgemeine Eigenschaft aller löslichen Stoffe. Im allgemeinen neigen wasserhaltige Salze zur Ueber-

<sup>1)</sup> Abh. d. Berl. Akad. 1841.

<sup>2)</sup> Journ. f. prakt. Chem. 1866, 98, pag. 137 und Ibid. 1868, 103, pag. 114.

<sup>3)</sup> Pogg. Ann. 1873, 148, pag. 456 u. 555.

<sup>4)</sup> Guthrie, Philos. Mag. 1875, (4), 49, pag. 1 ff.; Ibid. 1876, (5), 1, pag. 49 und (2) 211.

<sup>5)</sup> Pogg. Ann. 1841, 54, pag. 255.

<sup>6)</sup> Lehrb. d. allg. Chem. 1885, Bd. I, pag. 730.

<sup>7)</sup> Ann. chim. phys. 1871, (4), 23, pag. 366; Ibid. 1872, 25, pag. 502 und 1872, 26, pag. 98.

sättigung, wasserfreie weniger. Salze, die in gut ausgebildeten Krystallen anschliessen, besitzen die Fähigkeit, übersättigte Lösungen leicht zu bilden, schlecht krystallisirende dagegen schwer. Eine übersättigte Lösung von Nickelsulfat lässt verschiedene Formen von verschiedenem Wassergehalt fallen, je nachdem man verschiedene Vitriole zur Aufhebung der Uebersättigung anwendet. Gernez<sup>1)</sup> stellte auf diese Weise nach Willkür aus den Lösungen des traubensauren Natron-Ammoniaks rechts- und linksdrehende Krystalle dar.

Aus dem Verhalten der wasserhaltigen Salze beim Herausfallen aus übersättigten Lösungen folgt nun, dass die wasserhaltigen Salze in der Lösung nicht mit ihrem Krystallwasser verbunden zu existiren brauchen; sollte dieses aber dennoch statthaben, so müssen die entsprechenden Hydrate sehr unbeständig sein. Nach Bunsen's Versuchen findet bei Körpern, die beim Schmelzen Volumvergrösserung zeigen, eine Schmelzpunktserhöhung statt. Schliesslich sei der bekannten Thatsache Erwähnung gethan, dass die Schmelzpunkte von Gemengen (Legirungen) niedriger liegen als diejenigen der Gemengtheile.<sup>2)</sup> Das wäre, kurz zusammengefasst, Alles, was man bis heute über diese Vorgänge Wesentliches zu Tage gefördert hat, und welches auch für die Vorgänge im Schmelzmagma von Belang ist. Dass aber zwischen erstarrenden Salzlösungen und schmelzenden Flüssigkeiten kein wesentlicher Unterschied besteht, hat schon Bunsen<sup>3)</sup> vor längerer Zeit ausgesprochen; es ist ja auch klar, dass es gleichgiltig für das Wesen der Vorgänge und die Gesetzmässigkeit derselben sein kann, ob ein Gemenge bei 0° oder bei 1000° fest wird, wenn nur die Verbindungen bei den entsprechenden Temperaturen beständig sind und keine Dissociation eintritt.

Bei der Anwendung der Gesetze und der für Lösungen gefundenen Erfahrungen auf das Silicatmagma drängt sich vor allen Dingen die Frage auf: Welches Lösungsmittel ist im Magma vorhanden, oder mit anderen Worten, welches Silicat ist Glas κατ' ἐξοχήν, die am wenigsten von allen zur Krystallisation befähigte Substanz im Magma? Mir scheint aus allen meinen Analysen der

<sup>1)</sup> Compt. rend. 1867, 63, pag. 843.

<sup>2)</sup> Dasselbe gilt für die Kalknatronfeldspathreihe.

<sup>3)</sup> Z. d. d. g. G. 1862, 13, pag. 62.

Basis<sup>1)</sup>, sowie aus den Umsetzungsversuchen hervorzugehen, dass diesem Silicat die Zusammensetzung  $R_2O \cdot 2SiO_2$ , worin  $R = K, Na$  ist, mit grosser Wahrscheinlichkeit zukommt. Darauf weisen auch die Versuche von Benrath<sup>2)</sup> hin. Auch die Verbindungen  $RO \cdot 2SiO_2$  und  $R_2O_3 \cdot 6SiO_2$ , worin  $R$  hauptsächlich  $Ca$ ,  $R = Al$  ist, werden eine ähnliche Rolle spielen, doch nie allein, sondern stets im Verein mit der ersten. Hauptsächlich ist aber die Verbindung  $K_2O \cdot 2SiO_2$  als typisch zu betrachten. Dieses „Normalglas“ vermag sowohl  $SiO_2$ , als auch Basen und Silicate aufzulösen, sich damit zu sättigen und beim Abkühlen wieder auszuschcheiden. Bei rascher Erstarrung wird die ganze Lösung glasige Structur annehmen.  $MgO$  und die Oxyde des Eisens besitzen bei dieser Sättigungsstufe ( $RO \cdot 2SiO_2$ ) schon grosse Tendenz zum Zerfallen, und zwar in krystallisirte Verbindungen; dies beweist ein Versuch von Michel Lévy und Fouqué<sup>3)</sup>, welche Enstatit, Pyroxen oder Hypersthen mit je 1 Theil  $SiO_2$  zusammenschmolzen und eine vollständig krystalline Masse, bestehend aus den angeführten Mineralen und krystallisirter Kieselsäure (Asmannit oder Tridymit), erhielten. Ebenso ist das reine Silicat  $CaO \cdot 2SiO_2$  nicht allzu beständig, in Verbindung dagegen<sup>4)</sup> mit  $R_2O \cdot 2SiO_2$  gibt es ein beständiges Glas, namentlich wenn das Verhältniss  $CaO \cdot 2SiO_2$  zu  $R_2O \cdot 2SiO_2$  nicht 1 : 1 überschreitet.

Dass es sich mit  $SiO_2$  zu sättigen vermag und die Lösung  $R_2O \cdot 3SiO_2$  und  $RO \cdot 3SiO_2$  nicht mehr so beständig ist, hat Benrath bewiesen, der aus einem solchen Glase Quarz<sup>5)</sup> als Entglasungsproduct erhielt.

Thonerde vermag dieses Glas ( $R_2O \cdot 2SiO_2$ ) viel aufzulösen, ohne dass dieselbe dem amorphen Zustande Eintrag thäte, dagegen ist es gegen alle Oxyde der Schwermetalle sehr empfindlich und auch die Magnesia

<sup>1)</sup> Die Glas-Anal. 58—60, namentlich letztere (60), repräsentiren fast genau die Verbindung  $R_2O \cdot 2SiO_2 + RO \cdot 2SiO_2$ , in welcher noch  $Al_2O_3$  und  $Fe_2O_3$  aufgelöst sind.

<sup>2)</sup> l. c., pag. 51 ff.

<sup>3)</sup> Synthèse des min. 1882, pag. 75 ff.

<sup>4)</sup> Es zerfällt leicht, namentlich bei Gegenwart von überhitzten Wasserdämpfen, in Wollastonit und Quarz. Dies sind aber bereits andere Bedingungen, wie sie im eigentlichen trockenen Schmelzfluss existiren. cf. das bekannte Experiment von Daubrée.

<sup>5)</sup> l. c., pag. 52.

veranlasst Ausscheidungen, besonders wenn  $Al_2O_3$  zugegen ist, wobei sich dann Spinelle bilden können, die leicht krystallinisch herausfallen.  $TiO_2$  verhält sich ähnlich. Dieses Verhalten des Lösungsmittels, des Glases, erklärt auch das Sichmeiden gewisser Minerale, so Quarz und Leucit, und das Zusammenvorkommen solcher, wie Olivin und Quarz. Nimmt man die eben charakterisirte Verbindung als Lösungsmittel an, so lässt sich weiterhin die Analogie mit Salzlösungen verfolgen. Es ist schon erwähnt worden, dass bei steigender Temperatur dem Glase eine grössere Menge sowohl Basen, als freie Säure incorporirt werden können, doch wird es gewiss auch hier Verbindungen (Salze) geben, die, wie die im Wasser und anderen Flüssigkeiten löslichen, bei noch weiter steigender Temperatur ausgeschieden werden können. Dadurch werden die Verhältnisse aber sehr complicirt. Lemberg<sup>1)</sup> kommt auf Grund seiner Versuche zu der Annahme, es seien z. B. Albit und Orthoklas Verbindungen der 4basischen  $SiO_2$  u. zw.  $R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  mit 4  $SiO_2$ , wobei den 4 Molekeln  $SiO_2$  zum Theil die Rolle der Vertreter von Krystallwasser oder Salzen in den Sodalith-, Hauyn-, Cancrinit-artigen Silicaten zukommt. Nach dieser Hypothese würden sämtliche Feldspathe, Leucit, Nephelin, sowie die Minerale der Sodalithgruppe wesentlich demselben chemischen Typus angehören. Wendet man unter dieser Annahme die Erfahrung, dass aus wässerigen Lösungen bei höherer Temperatur wasserfreies, bei niederer wasserhaltiges Salz krystallisirt, an, so müssen bei höherer Temperatur  $SiO_2$ -ärmere, bei niederer  $SiO_2$ -reichere Verbindungen entstehen, was ja auch im allgemeinen mit der Ausscheidungsfolge der Minerale im Silicatmagma übereinstimmt.<sup>2)</sup>

Betrachten wir das Gesteinsmagma als gemischte Lösung, so muss bei steigendem Druck ein Theil der gelösten Verbindungen, nach Sorby's Gesetz für Lösungen der Salze, als porphyrische Gemengtheile ausgeschieden werden, weil die gesteinsbildenden Silicate, die in der Lösung sind, beim Auflösen eine Ausdehnung, beim Auskrystallisiren eine Contraction erfahren.<sup>3)</sup> Dagegen muss das Lösungsmittel, hier Glas, als homogener Körper dem Gesetz von Thomson-

<sup>1)</sup> Z. d. d. g. G. 1885, pag. 995.

<sup>2)</sup> Für die Bildung auf nassem Wege hat Lemberg dieses erwiesen; l. c., pag. 970 ff.

<sup>3)</sup> cf. Roth, Allg. und chem. Geol. Bd. II, pag. 52.

Bunsen des mit erhöhtem Druck steigenden Schmelzpunktes folgen, denn starres Glas schwimmt nicht auf geschmolzenem, wie ich durch Versuche<sup>1)</sup> constatiren konnte. Es müssen sich also porphyrische Einsprenglinge bilden. Wird der Druck vermindert, so löst sich ein Theil derselben wieder auf; darauf ist die Vernichtung oder Corrosion der porphyrischen Gemengtheile zurückzuführen und nicht auf das „Saurerwerden“ des Magmas durch Wasserverlust, wie Rosenbusch<sup>2)</sup> annimmt. Wie das Magma überhaupt saurer oder basischer durch den Gehalt oder Verlust unter Druck, also mechanisch, absorbirten Wasserdampfes<sup>3)</sup> werden kann, ist ganz unbegreiflich. Hat denn der Procentgehalt der absorbirten Wasserdämpfe irgend einen Einfluss auf die Acidität des Magma? Mir scheint es ebenso wenig, wie eine Lösung eines neutralen Salzes oder auch einer Säure durch die noch so massenhafte Absorption eines indifferenten Gases saurer werden kann. Man müsste erst nachweisen, dass der unter Druck absorbirte oder gelöste Wasserdampf basisches Wasser sei, davon ist man aber noch weit entfernt; diese Annahme hat auch gar keine Wahrscheinlichkeit für sich.<sup>4)</sup> Damit stehen und fallen aber die Deductionen über die lösende Einwirkung durch gestiegene Acidität der Basis oder des Glases auf die bereits gebildeten Krystalle. Noch ein anderer Umstand muss bei der corrodirenden Wirkung in Betracht gezogen werden. Nach Ausscheidung einer Reihe von Gemengtheilen kann die Basis eine chemische Beschaffenheit annehmen, die sehr wohl lösend auf bereits ganz zuerst ausgeschiedene wirken kann, so dass diese, wenn auch nicht zerstört, so doch corrodirt werden können. Diese von der chemischen Zusammensetzung abhängige Wirkung der in ihrem Bestande stets wechselnden Basis wird noch unterstützt, wenn die Lösung im Verlaufe des Krystallisationsprocesses

<sup>1)</sup> Diese Versuche sollen später veröffentlicht werden.

<sup>2)</sup> Physiogr. der Mass. Gesteine 1886, II. Aufl., pag. 340.

<sup>3)</sup> Weder die Physik, noch die Chemie kennt darauf eine Antwort, ob absorbirte Gase in flüssigem Zustande in den absorbirenden Flüssigkeiten bestehen, geschweige denn, ob sie eine chemische Verbindung mit diesen letzteren eingehen.

<sup>4)</sup> Bei hoher Temperatur ist die Bildung von Hydraten nicht gut möglich, es sprechen sogar alle bis jetzt bekannten für wässrige Lösungen gesammelten Erfahrungen dagegen. Es müsste ausserdem nachgewiesen werden, dass ein „saureres“ Magma leichter Minerale löst, als ein basisches. Dies findet nicht einmal bei den gewöhnlichen Säuren immer statt, mit welchen wir es nicht zu thun haben (Schwefelsäure und Eisen). Verschiedene Minerale werden sich auch verschieden verhalten.

mit einer Verbindung stark übersättigt wird, wobei dann bei erfolgreicher Ausscheidung dieses, der übersättigenden Verbindung entsprechenden Gemengtheils die Krystallisation rasch erfolgt und eine nicht absolut, aber relativ beträchtliche Temperatursteigerung veranlasst. Die Annahme eines Lösungsmittels gestattet auch eine plausible Erklärung einer Erscheinung zu geben, die bisher einer solchen entbehrt. Homogene Salzlösungen, die ungleichmässig erwärmt werden, zeigen, wie erwähnt, nach Soret die Erscheinung einer Anreicherung der Salze im kälteren Theil.<sup>1)</sup> Es gibt nun Gänge, aus eruptivem Magma bestehend, die eine abnorme Structur besitzen, indem der innere Theil glasig und kryptokrystallin ist, der äussere, peripherische dagegen eine bessere Individualisirung der Gemengtheile erfahren hat. Bei Düninflüssigkeit<sup>2)</sup> des Magma und bei langsamer Abkühlung desselben musste in demselben, wie in einer Salzlösung, eine Saigerung stattfinden, im kälteren, also peripherischen Theil eine Anreicherung der gelösten Salze, im Inneren eine des Lösungsmittels, hier des Glases, erfolgen, d. h. der Gang erstarrte äusserlich krystallin, im Innern glasig. Ist ein Magma an und für sich zähe, oder erfolgt die Abkühlung sehr rasch, so wird die Beweglichkeit der Theilchen dadurch behindert und der Saigerungsprocess kann nicht stattfinden, dann wird die Masse, der allgemeinen Regel entsprechend, im Innern mehr individualisirt sein, als peripherisch. Treffen bei der Förderung im vulcanischen Schlot oder in einer Spalte zwei Schlieren, aus verschiedener Tiefe stammend, zusammen, so muss bei verschiedener Zusammensetzung derselben, z. B. „normalpyroxenischer“ und „normal-

---

<sup>1)</sup> Die Annahme von Rosenbusch, dass die Effusivgesteine deshalb saurer sind, weil das homogene Magma beim Emporsteigen eine Scheidung nach specifischem Gewicht erfuhr, wobei schwereres zurückblieb, steht direct in Widerspruch mit der Thatsache, die auf Grund der Untersuchungen von Liebe (Liebig's Ann. 1857, 101, 77) als erwiesen gilt, dass homogene Lösungen von der Schwere nicht beeinflusst werden. Die Versuche von Bischof (Chem. Geol. II, 1712) sind nicht einwurfsfrei. — cf. Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 339.

<sup>2)</sup> Die Anschauung, dass das saure Magma stets schwerer schmelzbar, also auch zäher, das basische dünnflüssiger sein müsse, ist nicht richtig. Es hängt dieses wesentlich von der Natur der mit der Kieselsäure verbundenen Basen ab. So ist die Glasbasis immer leichter schmelzbar, als das ganze Gestein und doch ist sie fast durchgängig saurer als dieses. Vergleiche auch die Analysen und Text auf pag. 490—492. (Anal. 80, 81, 87, 93, auch 58, 59, 61.) Basalt- und saures Obsidianmagma sind strengflüssig.



trachytischer“<sup>1)</sup>, nach Analogie der Lösungen verschiedener Salze, entweder eine Verschmelzung beider ohne weitere Folgen, oder aber eine Verdrängung eines Theiles der löslichen Verbindungen durch andere statthaben. Es können also im letzteren Falle Spaltungen veranlasst werden, die ganz abweichend von denen in den beiden ursprünglichen sich berührenden oder auch später vermischten Magmen, sind. Oft erscheinen in Eruptivmassiven gangartige Einlagerungen oder innig mit der umgebenden Masse verschmolzene Gänge eines anderen Gesteins, die sehr schwer als solche zu deuten sind. Es ist möglich, dass solche Gänge nicht späteren Eruptionen ihre Entstehung verdanken, sondern ihre abweichende Structur und mineralische Zusammensetzung der Berührung oder Vermischung von Schlieren, die gleichzeitig gefördert wurden, verdanken.<sup>2)</sup> Nach der hier vertretenen Anschauung würde die normaltrachytische, specifisch leichtere Masse einer Lösung von freier  $SiO_2$  und sauren Verbindungen in alkali-reichem Glase, die normalpyroxenische, aus grösserer Tiefe stammende, einer solchen von freien Oxyden und basischen Verbindungen in einem kalkreichen entsprechen. Der Gehalt an  $SiO_2$  könnte dabei, z. B. bei Temperatursteigerung, ein höheres Mass erreichen, als in der normaltrachytischen Masse Bunsen's, ebenso würde das basaltische Magma unter Umständen basischer sein als das normalpyroxenische.

<sup>1)</sup> Ich halte die Bunsen'sche Hypothese über die Entstehung der verschiedenen Laven für längst nicht abgethan. Mit der Sartorius'schen Modification des Unter- und nicht Nebeneinanderliegens der verschiedenen Magmaherde ist sie noch einer durchaus fruchtbaren Entwicklung fähig und jedenfalls vermag sie Vieles zu erklären, was die moderne Petrographie am liebsten unberührt lässt, oder wofür sie Surrogathypothesen von sehr zweifelhaftem Werth bietet, wie z. B. die schlierige Durchtränkung etc. Es kommt doch schliesslich auf die Annahme verschieden beschaffener Magmen heraus. Die neueren Anschauungen über die Constitution der Minerale, die von Tschermak und Rammelsberg angebaute Betrachtung derselben als Mischungen isomorpher Grundverbindungen ist ja weiter nichts als die Uebertragung des Gedankenganges Bunsen's über die Verschiedenheit der Constitution der Laven und Eruptivgesteine auf die Minerale. Es haben denn auch Forscher wie Richthofen, Roth, Hochstetter, Durocher, Scheerer, Zirkel, die das Mikroskop nicht für die Pythia halten, die auf alle Fragen eine Antwort weiss, den Grundgedanken Bunsen's kritisch zu würdigen und weiter zu entwickeln versucht. cf. zuletzt v. Richthofen, Führer f. Forschungsreisende. Berlin 1886, pag. 536.

<sup>2)</sup> cf. Reyer, Beitrag zur Physik der Eruptionen. 1877. pag. 141. Dabei muss durch die Verschmelzung zweier verschiedener Magmen der Schmelzpunkt des Gemenges verschoben werden, dadurch kann aber im Magma eine ganz abweichende Spaltung eingeleitet werden.

Die Beobachtungen bei der Erstarrung von Salzlösungen und die sich aus ihnen ergebenden Gesetzmässigkeiten, die Bildung von Kryohydrat wiederholen sich auch bei der Erstarrung von geschmolzenen Salz- oder Metalllegirungen und finden hierbei ganz analoge Spaltungen statt. Das „Lösungsmittel“ scheidet sich zuerst aus, dann erstarren darin Gemenge desselben mit den verschiedenen Verbindungen, die sich gebildet haben. Dieser Umstand ist eine sehr starke Stütze der hier entwickelten Ansicht, dass die restirende Basis das Lösungsmittel sei, oder richtiger, entsprechend dem Kryohydrat, ein Gemenge des Lösungsmittels mit verschiedenen in Lösung gewesenen Salzen; das Lösungsmittel selbst wird dann am wahrscheinlichsten den genannten zweifachsauren Silicaten entsprechen. Das „Kryohydrat“ wird typisch bei mikrofelsitischer Ausbildungsweise der Basis zur Darstellung gebracht; bei kryptokrystalliner Ausbildung hat bereits eine reichlichere Ausscheidung von „Salz“ stattgefunden. Die Erstarrung eines Magmas unter Druck wird im allgemeinen einen anderen Verlauf nehmen, als ohne denselben. Ich sehe hier ab von der „Durchträngung“ des Magma. Es soll zuerst versucht werden, den Einfluss der einen Componente, während die anderen constant gedacht werden, aus Analogien zu eruiren. Druck wirkt auf Schmelzlösungen, die aus Körpern bestehen, die beim Schmelzen eine Volumvergrößerung erfahren, wie Silicate, überkaltend. Beim Erstarren muss daher eine solche Lösung die Erscheinungen überkalteter zeigen. Tritt das Erstarren einmal ein, so muss es rasch und durch die ganze Masse vor sich gehen. Dabei kann ein körniges Gemenge von Mineralen oder von Mineralen und Glas unter Umständen entstehen. Ist die Lösung zugleich mit mehreren Salzen übersättigt, und sie wird es in den meisten Fällen sein, so muss ein granitisch-körniges Gemenge von Krystallen entstehen. Bei langsamer Krystallisation kann ein solches körniges, aus sich gegenseitig in ihrer Form bedingenden Individuen bestehendes Erstarrungsproduct einer Flüssigkeit kaum entstehen. Nicht langsame Krystallisation, sondern rasche Erstarrung unter Druck bedingt die granitisch-körnige Structur, dabei ist langsame Abkühlung durchaus nicht ausgeschlossen, im Gegentheil zur Erzielung der Ueberkaltung und Uebersättigung nothwendig, wenn auch nicht immer z. B. bei Drucksteigerung. Diese Annahme erklärt auch die granitisch-

körnige Structur in Gängen und kleinen Stöcken, wie sie häufig beobachtet wird, denn geringe Massen werden leichter überkaltet als grosse.<sup>1)</sup>

Die Uebersättigung einer Lösung hängt wesentlich von der Temperatur ab. Daher wird bei allmählig sinkender Temperatur das Magma mit der einen oder anderen Verbindung successive übersättigt werden können. Die Uebersättigung wird durch die Gegenwart eines starren Krystalls des gelösten Salzes aufgehoben, d. h. dasselbe wird herausgefällt. Bei manchen Salzen dauert die Wirkung so lange als der starre Körper in Berührung mit der Lösung ist, wie die oben angeführte Beobachtung von Ostwald beweist. Isomorphe Krystalle wirken ganz ebenso. Dabei geben stark übersättigte Lösungen gute und grosse Krystalle, schwach übersättigte schlecht ausgebildete. Wenn ein Magma, worin bereits Krystalle sich gebildet hatten, das vielleicht unter Druck schon starr war, bei Druckverminderung oder Temperatursteigerung wieder zum Theil in Fluss geräth<sup>2)</sup>, so müssen bei eintretender Abkühlung die bereits ausgeschiedenen Mineralindividuen beim Eintritt der Uebersättigung für die verschiedenen Verbindungen das Herausfallen mit ihnen isomorpher Gemengtheile veranlassen. So kann porphyrischer Augit eine zweite Generation von Pyroxen z. B. Akmit (isomorph, aber ganz anders zusammen-

<sup>1)</sup> Der Einwand, dass die Annahme eines Lösungsmittels, hier des Glases, keine körnige Structur ohne Glasresiduum zulässt, weil stets Mutterlauge, also Basis, nachbleiben muss, ist nicht stichhaltig. Es kann eine Sättigung der Lösung eintreten, die eine vollständige Zerfällung des Magma in Minerale bedingt. Der Vorgang wäre analog demjenigen in wässerigen Lösungen gewisser Salze, die bei genügender Uebersättigung durch und durch erstarren. Das Wasser wird eben als Krystallwasser gebunden.

<sup>2)</sup> Dass meist nicht alles wieder gelöst werden wird, liegt daran, dass krystallisirte Modificationen desselben Körpers sowohl schwerer gelöst, als auch schwerer geschmolzen werden, wie die amorphen. Unter allen Gemengtheilen muss die Basis, nicht isolirt, sondern im Magma, am leichtesten schmelzbar sein. Sie wird daher auch zuerst in Fluss gerathen müssen. Wenn auch ein Gemengtheil dabei schmilzt, so muss doch gleich wieder dieselbe Verbindung ausgeschieden werden, weil sich dasselbe Gleichgewicht beim Abkühlen des Magma zwischen Gelöstem und Ungelöstem wieder herstellen muss, wie bei der vorausgegangenen Erstarrung ein solches bestand. So wird corrodirt Hornblende als Augit wieder ausgeschieden. Es liessen sich viele Beispiele anführen. Natürlich können die Gemengtheile auch isomorph weiter wachsen, doch selten. Dazu bedarf es wieder eines stark übersättigten Zustandes, welcher nur unter besonders günstigen Bedingungen (Ruhe, hohe Temperatur etc.) eintreten dürfte.

gesetzt), Labradorit eine solche von Oligoklas, Magnetit von Magnetit hervorrufen. Die Zusammensetzung der Gemengtheile der zweiten Generation wird speciell durch die Zusammensetzung des geschmolzenen Antheils des Magma, aus welchem sie krystallisiren, bedingt, ihre allgemeine mineralogische Natur dagegen durch die der Einsprenglinge, mit denen sie isomorph sind. Nur so lässt sich überhaupt eine Recurrenz in der Bildung der Gemengtheile, wie sie in porphyrischen Gesteinen beobachtet wird, verstehen. Wird ein Gemengtheil durch andere umhüllt, so kann der ihm correspondirende Gemengtheil in der Grundmasse (zweiter Generation) fehlen, denn dann hört seine specifische Wirkung auf. Da bei Gegenwart bereits starrer Salze im Magma die Uebersättigung nur einen geringen Grad erreichen kann, weil sie durch dieselben immer wieder aufgehoben werden muss, so ist es erklärlich, dass die Gemengtheile der Grundmasse sehr viel kleiner und schlechter krystallisirt sein werden, als diejenigen erster Generation, vor deren Ausscheidung ein hoher Grad von Uebersättigung eintreten konnte. Dass überhaupt eine Uebersättigung eintreten konnte, liegt an der Zähigkeit des Magma; je dünnflüssiger dasselbe bei der Bildung der Gemengtheile zweiter Generation war, desto schlechter und krystallitenähnlicher müssen diese sein. Man vergleiche nur die Grundmasse der Basalt- und Andesitgesteine mit derjenigen trachytischer. Bei grosser Zähigkeit des Magma (Liparit) hört sehr bald überhaupt jede freie Wanderung der Molekel auf, daher kommt solches hier nicht in Betracht. Obige Betrachtungen sind durchaus nicht hypothetischer Art, sie resultiren streng aus Gesetzen, die für krystallisirende Salzgemenge festgestellt worden sind. Weiter ergibt sich, dass die mehr oder weniger vollkommene krystallinische Entwicklung der Gemengtheile der Grundmasse entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Masse von der Abkühlungsdauer abhängig ist. Dieses stimmt auch mit der Thatsache überein, dass es grössere homogene Massive eruptiver Gesteine gibt, die im Innern des Stockes dieselbe, oft porphyrisch-glasige Structur besitzen, wie in den peripherischen Theilen. Rosenbusch<sup>1)</sup> der

---

<sup>1)</sup> Mass. Gest. 2. Aufl. 344.

die mehr oder weniger glasige Structur bei gleicher chemischer Zusammensetzung durch die Abkühlungsdauer, d. h. raschere oder langsamere Erstarrung zu erklären sucht, wie es auch allgemein geschieht, vermag diese Erscheinung durch seine Annahme nicht zu erklären. Natürlich wird sehr rasche Abkühlung jegliche Krystallisation verhindern können, dagegen braucht aber eine langsame nicht eine vollkommenere Entwicklung der Gemengtheile zu bedingen; der begünstigende Einfluss der langsamen Temperaturniedrigung bei der Ausbildung der Grundmasse geht nur bis zu einer gewissen Grenze und ist einsehr beschränkter. Da die Einsprenglinge eine Function der chemischen Zusammensetzung des Magma sind, so ist, kurz gefasst, die Natur und Ausbildung der Gemengtheile zweiter Generation (Grundmasse) eine Function der Natur der Gemengtheile erster Generation, d. h. direct von diesen abhängig. Was nun die Bildung der porphyrischen Gemengtheile betrifft, so haben wir gesehen, dass Silicatlösungen von *K*-Verbindungen und  $SiO_2$  schwer, von *Na*-Silicaten leichter, von *Ca*-, *Mg*-, *Fe*-Salzen und den Oxyden am leichtesten gesättigt, dagegen in umgekehrter Folge übersättigt werden.<sup>1)</sup> Am leichtesten wird eine Uebersättigung also mit *K*-Silicat erzielt werden können. Salze, die aber stark übersättigte Lösungen geben, krystallisiren auch gut, wobei die Krystallisation, wird der Uebersättigungszustand einmal aufgehoben, meist rasch erfolgt und wohlausgebildete grössere Individuen aber in geringerer Anzahl entstehen. Das Gegentheil findet bei den leicht das Glas sättigenden aber schwer übersättigenden gelösten Verbindungen statt. Betrachtet man daraufhin die gesteinsbildenden Gemengtheile, so findet man, dass die Einsprenglinge streng diesen Anforderungen entsprechen. Der Orthoklas und Sanidin, Leucit erscheinen, auch absolut genommen, als grösste Krystallindividuen, dann kommt der Quarz und die Kalknatronfeldspathe, weiter die normalsilicatischen (Augit, Hornblende) Minerale<sup>2)</sup>, am kleinsten und schlechtesten ausgebildet sind in der Regel die freien

<sup>1)</sup> Leicht lösliche Salze können stärker eine Lösung übersättigen als schwerlösliche.

<sup>2)</sup> Mir erscheint es durchaus richtig für die Verbindungen  $RO \cdot SiO_2$ , nach der Analogie mit den kohlensauren Salzen, die Bezeichnung Normalsilicat, nach dem Vorschlage Rammelsberg's, zu gebrauchen. cf. Rammelsberg, Chemische Natur der Mineralien. 1886.

Oxyde, wie Magneteisen etc. Dabei muss noch erwähnt werden, dass, je grösser die Individuen sind, desto rascher sie sich gebildet haben. Die Einschlüsse von Glasbasis, die häufig den Krystall fast vollständig ausfüllen, und von fremden Mineralkörpern in grösseren Krystallen weisen auch darauf deutlich hin; die sich langsam entwickelnden Minerale zweiter Generation sind in der Regel sehr arm an solchen Verbindungen, die leicht eine hohe Uebersättigung erzielen lassen, können bei rascher Krystallisation wohlgebildete und grosse Krystalle geben, schwer übersättigende geben nur bei sehr langsamer Krystallisation wohlausgebildete Krystalle. Es findet also genau das Umgekehrte statt, als allgemein und auch von Rosenbusch<sup>1)</sup> angenommen wird, im Schmelzmagma bilden sich die porphyrischen Gemengtheile rasch, die Grundmasse wird langsamer zerfällt.<sup>2)</sup> Am ausgesprochensten ist dieses bei den vitroporphyrischen Gesteinen. Bei der Bildung der Silicate auf nassem Wege muss die Krystallisation sehr langsam vor sich gehen, um gut entwickelte und grosse Individuen zu liefern, weil die Stoffe in äusserst geringen Mengen löslich sind, und daher eine Uebersättigung sich kaum erzielen lässt. Also umgekehrt, wie im Schmelzmagma. Noch ist auf einen Umstand hinzuweisen, der bis jetzt vollständig übersehen worden ist und dem eine sehr hohe Bedeutung zukommt. Das Beispiel des Nickelsulfats, welches oben angeführt wurde, beweist, dass aus übersättigten Lösungen dieses Salzes, je nachdem man die Uebersättigung durch verschiedene Vitriole mit verschiedenem Wassergehalt aufhebt, sich dem die Uebersättigung aufhebenden Vitriol entsprechende Nickelsulfate (mit verschiedenem  $H_2O$ -Gehalt) ausscheiden. Betrachtet man den weiter oben entwickelten Anschauungen Lemberg's gemäss einen Theil der  $SiO_2$  als Vertreter des Krystallwassers oder der mit den Silicaten leicht Verbindungen eingehenden *Cl*- und anderen Verbindungen, so wird ein und dasselbe übersättigte Magma durch

<sup>1)</sup> Mass. Gest. 2. Aufl., Einleitung, u. N. J. 1882, II, pag. 13.

<sup>2)</sup> Es gibt Gesteine bei denen die Grundmasse grobkörniger und besser individualisirt ist als die porphyrischen Einsprenglinge; bei diesen findet natürlich das Umgekehrte statt. Für raschere Ausscheidung im Anfang sprechen auch die Erscheinungen am Sanidin und Augit; diese wachsen anfangs rasch, dann langsamer, wie es ja auch die Verhältnisse bei Uebersättigung erheischen. cf. auch Rosenbusch, Phys. d. Min. 2. Aufl., 181.

verschiedene Silicate zur Ausscheidung verschiedener Minerale veranlasst werden können. Sanidin kann z. B. die Abscheidung von Sanidin bewirken, ein Leucitkrystall dasselbe Magma zur Leucitbildung zwingen. Auch ohne die Lemberg'sche Annahme muss dieser Vorgang stattfinden. Die Möglichkeit ist also vorhanden, dass ein Magma, welches auf seinem Wege durch bereits festgewordene Massen und Schichten, ein Silicatgestein — ob metamorph oder eruptiv, ist gleichgiltig — durchbricht oder einhüllt, dadurch zur Ausscheidung isomorpher, den Gemengtheilen des durchbrochenen oder eingehüllten Gesteins entsprechender Minerale veranlasst werde. Trotz chemischer Verschiedenheit des Gesteins und des aufsteigenden Magma, könnte daraus, wie so häufig, eine grosse Aehnlichkeit in der mineralogischen Zusammensetzung resultiren, dabei aber die Spielarten der Minerale in beiden recht verschiedene sein.<sup>1)</sup> So kann Augit die Ausscheidung von Akmit, als eines isomorphen Silicats, Albit von Labradorit, Tremolit von basaltischer Hornblende bedingen. Auch vermag ein und dasselbe (chemisch) Magma sehr verschiedenartig, je nachdem es in Berührung mit verschiedenen bereits fertigen Silicaten kommt, zerfällt zu werden. Ist dieses vielleicht einer der Gründe der wechselnden mineralogischen Zusammensetzung chemisch gleicher Gesteine? Findet der Satz von J. Roth<sup>2)</sup>, dass die Gleichförmigkeit der Gesteine mit dem Alter zunimmt und am grössten bei den Laven ist, darin seine innere Begründung? Jedenfalls ist diesem Umstande gar keine Aufmerksamkeit geschenkt worden, trotzdem er ein wichtiger Factor bei der Einleitung der Krystallisation im Magma sein muss. Was nun den Satz von Rosenbusch<sup>3)</sup> betrifft, die Ausscheidungs-

<sup>1)</sup> Vindicirt man der Mineralspecies einen beträchtlichen Spielraum, als einer Legirung isomorpher Silicate in verschiedenen Verhältnissen, wie es heute geschieht, so wird durch mineralogische Gleichheit durchaus nicht immer eine chemische bedingt werden. cf. Roth, All. Geol. II, pag. 70.

<sup>2)</sup> Gesteinsanalysen in tabell. Uebers. 1861, pag. XIX, und Beiträge zur Petrographie der plut. Gest. 1869, pag. 72.

<sup>3)</sup> Mass. Gest. 2. Aufl., pag. 10, 342. Uebrigens hat schon viel früher Tschermak den Quarz als den zuletzt ausgeschiedenen Gemengtheil bezeichnet, wenigstens im Granit; er beansprucht allerdings eine hydrochemische Entstehung für denselben, welche auch viel wahrscheinlicher ist, als die Spaltung des Magma nach Ausscheidung des Glimmers etc. in Feldspath und Quarz. Jedenfalls kann der Quarz in körnigen Gesteinen nicht zuletzt, wie Rosenbusch meint, sondern

folge der Gemengtheile geschehe in einem silicatischen Magma nach steigender Acidität derselben, so dass Quarz stets das jüngste Product der Gesteinsbildung sei <sup>1)</sup>, so ist schon gezeigt worden, dass derselbe, weit entfernt ein Gesetz sein zu sollen, nicht einmal den Anspruch haben kann, als Regel zu gelten, denn ein Naturgesetz muss ausnahmslose Giltigkeit haben. Es wird vollends über den Haufen geworfen, wenn man die Ausscheidungsfolge zweier aufeinanderfolgender Generationen von Gemengtheilen im Gestein betrachtet, wie z. B. porphyrisch Magnetit, Augit, Plagioklas, dann in der Grundmasse wieder Magnetit, Augit und Plagioklas. Es wird auch nirgends defnirt, was unter „Saurerwerden“ zu verstehen ist, ob der höhere Procentgehalt an  $SiO_2$ , was doch ganz unstatthaft wäre, oder eine andere Sättigungsstufe. Und doch scheint es aus Rosenbusch's Darlegungen hervorzugehen, dass er auch ersteres im Auge hat. <sup>2)</sup>

Die Ausscheidungsfolge nach steigendem  $SiO_2$ -Gehalt hat auch keine innere Begründung. Der Schwerpunkt liegt nicht im  $SiO_2$ -Gehalt. Die Sphärolithe sind sämmtlich saurer als die Basis, meist auch wie das ganze Gestein. Die Basis der  $SiO_2$ -armen Gesteine hat fast genau denselben  $SiO_2$ -Gehalt, wie das ganze Gestein, wie die Analysen zeigen; bei Felsitporphyren, also sehr sauren Gesteinen, ist der Unterschied in der Zusammensetzung der Basis und des Gesteins ebenfalls ein geringer, dagegen zeigen die Gesteine mit mittlerem  $SiO_2$ -Gehalt den grössten Unterschied der Analysen der Grundmasse und der Bauschanalyse. Die Wiederschmelzung des theilweise consolidirten Magma und die Annahme einer Unterbrechung der Krystallisation, eines Hiatus zwischen der Bildung der porphyrischen Gemengtheile und derjenigen der Grund-

---

nur mit einem anderen Gemengtheil zugleich aus einem Schmelzfluss sich ausscheiden. cf. Tschermak, Sitzungsber. d. k. k. W. Akad. d. Wiss. Bd. XLVII, pag. 207 ff. Tschermak bewies in derselben Abhandlung für den Granit von San Domingo schon damals die sich wiederholenden Bildungen derselben Minerale in aufeinanderfolgenden Perioden.

<sup>1)</sup> Fonqué und Michel Lévy erhielten beim Zusammenschmelzen von einem Theil  $SiO_2$  mit einem Theil Pyroxen zuerst  $SiO_2$  und dann erst krystallisirte der Augit. Siehe oben l. c., pag. 75 ff.

<sup>2)</sup> Dies geht auch aus der Annahme des „Saurerwerdens“ des Magma durch Verlust mechanisch unter Druck absorbirten  $H_2O$  bei der Eruption der Ergussgesteine hervor. cf. Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 340.



masse ist plausibel und hat die grösste Wahrscheinlichkeit für sich <sup>1)</sup>; wie erklärt sich aber die Recurrenz, das Wiedererscheinen von basischen Verbindungen in zweiter Generation nach Rosenbusch's Annahme? Man findet darauf keine Antwort in seinem neuesten Werk. Die Annahme eines Lösungsmittels, sodann als massgebenden Factors bei der Ausscheidung, der Massenwirkung, der Affinität der Basen unter einander, wie sie oben dargelegt wurde, der Uebersättigung <sup>2)</sup>, gibt dagegen eine ungezwungene Erklärung dieser Erscheinungen. Gegen die Annahme des oben gekennzeichneten Silicats als Lösungsmittel wird vielleicht eingewendet werden, es sei dasselbe nirgends als Basis gefunden worden. Dagegen lässt sich aber anführen, dass man nie reines Wasser als Mutterlauge der darin krystallisirten Salze beobachtet hat, ebenso wenig wie sich aus Legirungen das Lösungsmittel als reines Metall auszuschcheiden vermag. Die Zusammensetzung der Mutterlauge wird aber dem relativen Verhältnis der Mengen der krystallisirten Salze entsprechen, daraus folgt, dass die chemische Zusammensetzung der Basis indirect von der chemischen Zusammensetzung des Gesteines, dagegen direct von den relativen Mengen der abgeschiedenen Gemengtheile und deren chemischer Zusammensetzung abhängig ist.

Ich will an der Hand dieser Ergebnisse kurz die Ausscheidungsfolge der Minerale im Magma betrachten.

Im grossen Ganzen ist bereits bei der Besprechung der Sättigungs- und Uebersättigungscapacität der verschiedenen Verbindungen die Ausscheidungsfolge begründet worden. Hier sei es gestattet, speciell auf den Gegensatz zwischen *K* und *Na* zurückzukommen. Ist in einem an zweiwerthigen Metallen armen Magma von vorne herein oder in irgend einem Stadium der Krystallisation ein grosser

---

<sup>1)</sup> Diese Annahme ist übrigens nicht neu, Roth, Fuchs, Zirkel, Scrope und auch andere Petrographen und Vulcanologen haben diese Erscheinung früher hervorgehoben.

<sup>2)</sup> Dass Uebersättigung auch im bewegten Magma statthaben kann, beweisen die Versuche von L. Wulff, Ueber Krystallisation in bewegter Flüssigkeit, wobei schöne Krystalle erzielt wurden. Z. f. Kryst. 1885, XI, 120.

Ueberschuss an *K* vorhanden, dabei das Magma<sup>1)</sup> verhältnismässig sauer, so wird Orthoklas krystallisiren. Ist zugleich *Na* in ungefähr gleicher Menge vertreten, so krystallisirt zuerst Albit-Oligoklas oder Anorthoklas, dann erst Sanidin. Die Tendenz der *Na*-Silicate, herauszufallen, äussert sich auch darin, dass *Na* in die Thonerde-Augite und Hornblenden, auch bei primärer Ausscheidung derselben, gern in geringer Menge eintritt: dass Natronsilicate stets geringere Mengen *K* enthalten, als Kalisilicate *Na*. Sodalith, das *Na*-reichste Silicat, ist stets älter als Nephelin, dieser älter als die *Ca*-*Na*-Verbindungen<sup>2)</sup> (Plagioklase), Hauyn ebenfalls. Leucit und Sanidin sind stets jünger (mit Ausnahme *Ca*-reicherer Plagioklase) als diese Gemengtheile. Sie ordnen sich im allgemeinen nach zunehmendem *SiO*<sub>2</sub>-Gehalte, der eigentliche Grund ist aber ein ganz anderer. Für die leichtere Ausscheidung der *Na*-Silicate gegenüber den *K*-Silicaten spricht auch ausser allen den angeführten Gründen noch das fast gänzliche Fehlen vitrophyrischer und hyaliner Ausbildung der natronreichen Phonolithe, Nephelingesteine und Eläolithsyenite, während die Leucit- und Orthoklasgesteine viel häufiger diese Modificationen aufweisen. Endlich ist das Vorwalten des *K* dem *Na* gegenüber, oder richtiger, die Verschiebung des Verhältnisses beider Alkalien in der Basis, wie solches alle Analysen zeigen, entscheidend. Die Begründung der Ausscheidungsfolge der übrigen Gemengtheile ist aus dem bereits Angeführten verständlich, daher kann ich mir ein weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand ersparen.

Die Ausscheidungsfolge der Verbindungen ist allgemein folgende: Oxyde, reine *Fe*-Silicate, *Mg*-Silicate, *Fe* + *Mg*-, *Mg* + *Ca*-, *Mg* + *K*- (respective *Fe* + *K*-), *Ca*-, *Ca* + *Na*-, *Na*- und schliesslich *K*-Silicate, freie *SiO*<sub>2</sub>, doch nicht immer, manchmal vor *K*-Silicat, wenn auch selten; meist mit den Alkalisilicaten zugleich.<sup>3)</sup>

Die Glasbasis hat in saueren und in basischen Gesteinen fast den gleichen Kieselsäuregehalt wie das Gesamtgestein, in solchen von

<sup>1)</sup> Es ist immer die jeweilige Zusammensetzung des Magma oder richtiger des noch flüssigen Antheils des Magma zur Zeit der Ausscheidung des betreffenden Gemengtheiles gemeint.

<sup>2)</sup> Rosenbusch, Physiogr. d. Min. 2. Aufl., pag. 284, 361.

<sup>3)</sup> Thonerde tritt verhältnismässig spät in die Molekel der verschiedenen Gemengtheile ein.

mittlerem  $SiO_2$ -Gehalt (circa 55—65 Procent) ist sie saurer als dieses; in sehr sauren (quarz- und sphärolithhaltigen) ist sie basischer, in sehr basischen dagegen saurer als das Gesamtgestein. Die Annahme eines Glases, wie es bereits gekennzeichnet wurde, als Lösungsmittel in der Basis, lässt dieses Verhalten begreifen. Das „Glas“<sup>1)</sup> vermag beträchtliche Quantitäten  $SiO_2$  aufzulösen, bevor eine Uebersättigung eintritt, daher kann die Basis sehr sauer werden, ohne dass in ihr Ausscheidungen sich bilden; ist die Grenze aber überschritten, so fällt Quarz (überhaupt freie  $SiO_2$ ) heraus oder die Uebersättigung wird durch Abscheidung „übersaurer“ Sphärolithe aufgehoben. In diesem Falle ist die Basis basischer als das Gesamtgestein. Da die Verbindungen mit besonders stabilen Gleichgewichtslagen der Molekel, die gesteinsbildenden Minerale (Silicate), im allgemeinen weniger  $SiO_2$  enthalten, als das Normalglas, besonders das  $CaO$ -haltige ( $K_2O \cdot 2SiO_2 = 56SiO_2$  und  $44K_2O$ ;  $Na_2O \cdot 2SiO_2 = 66SiO_2$  und  $34Na_2O$ ;  $CaO \cdot 2SiO_2 = 68SiO_2$  und  $32CaO$ ;  $Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 = 81SiO_2$  und  $19Al_2O_3$  in runden Zahlen), so muss die Lösung derselben, die Basis, in Gesteinen von mittlerem  $SiO_2$ -Gehalt saurer sein als das Gestein selbst.  $K_2O$ - und  $Na_2O$ -haltige Basis wird in solchen und basischen Gesteinen  $SiO_2$ -ärmer sein, als  $CaO$ -reiche. Die Basis wird  $K_2O$  und  $CaO$  in beträchtlicher Menge enthalten können, schwerlich aber  $Na_2O$  und  $CaO$  zugleich in irgendwie grösserer Quantität. Letzteres kann eher in sauren als in basischen Gesteinen statthaben. Das Glas kann sich auch mit basischen Verbindungen und mit freiem Oxyd sättigen, es wird also auch in dieser entgegengesetzten Richtung, bei den basischen Gesteinen, ein Uebergangsstadium geben, wo Basis, verhältnismässig Alkali-, namentlich  $K_2O$ -reiche, und Gestein nahezu gleichen  $SiO_2$ -Gehalt haben werden. Hinter dieser Grenze muss die Basis, wenn überhaupt welche auftritt, wieder saurer als das Gesamtgestein sein. Quantitativ müssen Alkali-, besonders  $K_2O$ -reiche saure Gesteine am meisten und häufigsten Glasbasis führen oder glasig (mikrofelsitisch) ausgebildet sein, dann werden solche mit mittlerem  $SiO_2$ -Gehalt (Andesite) folgen. Basische werden arm daran sein, in den meisten Fällen sogar gar keine Basis enthalten, wie die „überbasischen“, kalifreien Melilithbasalte. Das  $K_2O$  concentrirt sich, besonders in basischen Gesteinen, in der Basis. Daher werden solche Gesteine, wenn sie Kali

<sup>1)</sup> Namentlich Alkali-, besonders  $K_2O$ -reiches.

enthalten, auch meist basisführend sein (wenn frisch). Diese aus der Beschaffenheit des Glases und den Löslichkeits- und Uebersättigungsverhältnissen theoretisch abgeleiteten Folgerungen entsprechen aber den bisher in der Natur gemachten Beobachtungen.

Es mögen hier einige Worte über Hornblende- und Glimmerbildung Platz finden. Die Hornblende, wie es scheint auch der Glimmer, repräsentirt dem Augit gegenüber die labile<sup>1)</sup> Modification, denn geschmolzene Hornblende geht direct in Augit über. Im allgemeinen treten diese beiden Gemengtheile, wo sie ursprünglich sind, mit Vorliebe in saureren Magmen auf, als der Augit, auch sind sie meist älter wie letzterer, wenn sie in einem Magma erscheinen. Es scheint, dass die beiden Gemengtheile eines höheren Druckes und namentlich der Gegenwart des Wasserdampfes von hoher Tension zu ihrer Bildung bedürfen. Die Gegenwart des *H* in der Glimmermolekel spricht dafür. Beide Minerale lassen sich auch nicht aus Schmelzflüssen künstlich darstellen. Dass Hornblende sich nach der Eruption in bereits erkaltendem Magma bilden kann, beweist folgendes Beispiel. In einer alten italienischen Sammlung fand sich ein äusserst instructives Handstück einer dunkelgrauen Leucitlava von 1822 vom Vesuv. Dieselbe besteht unter dem Mikroskope aus Leucit (2—4 Millimeter), grossen Augiten (4—5 Millimeter) und Plagioklas. Basis ist sehr spärlich als dünne Metastasis vorhanden. Das Ganze ist von runden, ganz abgeschlossenen, einige Millimeter grossen Poren erfüllt. In diesen Poren liegen frei und oft mit einem Ende frei auskrystallisirt, prachtvolle, schwarze, glänzende, im durchfallenden Lichte braune Hornblendenadeln (nicht Szaboit) bis 5 Millimeter lang und  $\frac{1}{2}$ —1 Millimeter breit, zu mehreren oder einzeln zusammen. Der Prismenwinkel konnte sehr genau gemessen werden; er beträgt  $55^{\circ} 42'$ . In dem Gestein selbst findet sich keine Spur von Hornblende. Diese scheint erst unter der Einwirkung des in den Blasen der Lava unter hoher Tension befindlichen Wasserdampfes bei verhältnismässig niederer Temperatur und rascher Erkaltung sich gebildet zu haben. Jedenfalls muss der Lavastrom bereits stabil geworden sein, sonst wären die Krystalle in die übrige Masse hinein vermenget worden. Sublimirt können die Nadeln nicht sein, weil die ursprünglichen Dampfblasen ganz geschlossen sind und die Nadeln zu gross und zu wenig zahlreich sind, überhaupt

<sup>1)</sup> O. Lehmann, Z. f. Kryst. 1877, Bd. I. 97.

ganz anders wie der Szaboit, der in sammt- und filzartigen Ueberzügen aufzutreten pflegt. Mir ist ein ähnliches Vorkommnis sonst nicht bekannt geworden.

Es soll nicht unterlassen werden, auf eine merkwürdige Regelmässigkeit hinzuweisen, welche Interesse beansprucht. Vergleicht man nämlich die Ausscheidungsfolge der Gemengtheile im allgemeinen mit der specifischen Wärme derselben, so ergibt sich eine gewisse Uebereinstimmung. Leider ist die specifische Wärme nur für eine sehr geringe Anzahl von Silicaten bestimmt, daher ist die folgende Tabelle lückenhaft.

$Zr Si O_4$ . . . . .	0·132	Kopp.
$Fe_2 O_4$ . . . . .	0·1677	Regnault.
$Fe_2 O_3$ . . . . .	0·1669	"
$Ti O_2$ . . . . .	0·1716	"
$Cr_2 O_3$ . . . . .	0·177	Kopp.
$Ca Si O_3$ . . . . .	0·178	"
$Al_2 Na_2 Si_2 O_{10}$ . . . . .	0·190	"
$Si O_2$ . . . . .	0·1903	W. <sup>1)</sup>
$Al_2 K_2 Si_2 O_{10}$ . . . . .	0·1911	Regnault.
Glas . . . . .	0·1976	" (Zusammensetzung nicht angegeben.)
Sphärolithe aus Obsidian	0·197	W.
Glas desselben Obsidians	0·254	"

Aus der Aufeinanderfolge der Verbindungen in der Tabelle ist es ersichtlich, dass im allgemeinen zunehmender specifischer Wärme abnehmendes Alter der Gemengtheile entspricht. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob diese merkwürdige Regelmässigkeit eine constante oder zufällige ist. Da die mechanische Wärmetheorie keine Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und specifischer Wärme aufzustellen vermag, so mangelt jegliche Basis zu einer Erklärung dieser Erscheinung. Immerhin beansprucht sie einige Aufmerksamkeit und Interesse, weil man doch bei der Krystallisation aus Schmelzfluss es hauptsächlich mit Wärmewirkungen zu thun hat. Wichtig wäre eine Untersuchung isomorpher Reihen, wie Plagioklas, Augit. Sicherere Schlüsse würde auf die hier berührten Beziehungen die Untersuchung der Gemengtheile eines und desselben Gesteins erlauben.

<sup>1)</sup> Die mit W. bezeichneten Zahlen sind von Herrn Wulf in meinem Laboratorium erhalten worden; vorläufige Versuche beweisen, dass reiner Orthoklas höhere specifische Wärme besitzt als reiner Albit, doch sind die Bestimmungen noch nicht zum Abschluss gebracht. Es sollen möglichst viele gesteinsbildende Minerale untersucht werden.

Was die Frage betrifft, ob der Wassergehalt der silicatischen Gläser und der Glasbasis ursprünglich oder secundär ist, so ist sie meiner Ansicht nach dahin zu beantworten, dass ein primärer, sehr geringer Wassergehalt wohl denkbar, in den vulcanischen Gesteinen, überhaupt den Ergussgesteinen aber sehr unwahrscheinlich ist. Rosenbusch<sup>1)</sup> spricht sich allerdings für die ursprüngliche Natur des Wassers in den Gläsern aus, wobei als bedingendes Moment rasche Erstarrung vorausgesetzt wird. Auf die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Annahme hat Lemberg<sup>2)</sup> speciell bei der Pechsteinbildung hingewiesen und seine Ansicht über die Möglichkeit einer späteren Addition des Wassers durch zahlreiche Versuche an Obsidian, Tachylit und Hyalomelan<sup>3)</sup> bestätigt gefunden.

Für den secundären Eintritt des  $H_2O$  plaidirt auch Roth in seinem für die genetische Petrographie an wichtigen Beobachtungen so reichhaltigen Buche.<sup>4)</sup> Ein directer Beweis dafür liegt in den Bomben im Schlackenconglomerat von Schwarzenfels vor. Dieselben sind innen ganz krystallin, bis auf einen sehr geringen Gehalt an Basis, die reines Glas ist (cf. das Gestein Anal. 63, es ist aber nicht dasselbe Handstück); die Rinde ist dagegen sehr glashaltig, so dass zwei Drittel der Masse reines Glas ohne jegliche Ausscheidungen sind; darin sind porphyrisch ausgeschieden Plagioklas, Augit und Olivin. Diese Minerale sind innen wie in der Rinde ganz frisch, wenigstens ist unter dem Mikroskop weder im Glase, noch in ihnen eine secundäre Veränderung nachzuweisen. Nach Bestimmungen, die ich ausführte, enthält der innere Theil 0.82 Procent  $H_2O$ , der äussere dagegen 2.10 Procent  $H_2O$ , das isolirte Glas der Rinde 2.85 Procent  $H_2O$ .<sup>5)</sup> Nun ist nicht anzunehmen, dass eine Bombe ursprünglich gebundenes Wasser enthalten sollte, denn eine solche war auch im starren Zustande bei der Eruption einer hohen Temperatur während des Emporschleuderns ausgesetzt; das Glas verliert aber schon bei schwacher Rothgluth fast alles Wasser. Der Hydrotachylit ist ein schwerwiegendes Beispiel. Es ist auch a priori gar kein Grund vorhanden, weshalb Wasser, ohne Veränderung der

<sup>1)</sup> Mass. Gest. 2. Aufl., pag. 400.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1877, pag. 503 ff. und ibid. 1885, pag. 1005.

<sup>3)</sup> Z. d. d. g. G. 1883, pag. 568.

<sup>4)</sup> Allg. u. chem. Geol. II, pag 62, 70.

<sup>5)</sup> Lufttrocken. Das  $H_2O$  ist direct, nicht als Glühverlust bestimmt.

Structur, ohne Krystallisation des Glases, sich zu diesem nicht addiren könnte. Ausser der nachträglichen chemischen Bindung und Absorption desselben kann eine beträchtliche Menge noch mechanisch adsorbirt werden, wie Bunsen's<sup>1)</sup> Versuche an Glaswolle zeigen. Dafür spricht auch der rasche Verlust eines Theiles des Wassergehaltes der Gläser beim Stehen über Schwefelsäure. Die Behauptung, dass Glas bei der Einwirkung von heissem Wasser zeolithisirt werden muss, ist nicht genug begründet. Nicht reines Wasser, sondern Alkalicarbonatlösungen und solche von freiem Alkali, wie letztere nach Lemberg<sup>2)</sup> in der Natur häufig vorkommen müssen, zeolithisiren Silicate. Daubrée's<sup>3)</sup> Versuche sind ebenfalls nicht mit reinem Wasser, sondern mit Mineralwasser (Plombières) ausgeführt worden. Der Limburgit vom Kaiserstuhl, sowie zahlreiche Melaphyre mit scheinbar unveränderter Glasbasis mit ihren geschlossenen, durch Zeolithe erfüllten Mandelräumen beweisen eine tiefgreifende Veränderung der sie beherbergenden Gesteine. Denn wo sollte das Material zur Bildung der Zeolithe in den geschlossenen Alveolen herkommen, wenn nicht aus dem Gestein selbst? Trotzdem ist die Basis reines, aber wasserhaltiges Glas, wie Analyse 68 beweist. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass der Wassergehalt der meisten Gesteinsgläser secundärer Natur ist.

Es ist bereits in der Einleitung darauf hingewiesen worden, dass die Gesteine älterer Perioden stark umgewandelt sein müssen, daher die ursprüngliche Zerfällung des Magma in ihnen nicht rein zur Darstellung gelangen dürfte, auch an den scheinbar ganz frischen. Eine Wiederherstellung des ursprünglichen Typus, wie sie in geistvoller Weise von Inostranzeff<sup>4)</sup> versucht worden ist, kann wohl gedacht werden, doch nur ganz im allgemeinen. Von einer Wiederherstellung der chemischen und also auch genauen mineralogischen Natur der einzelnen Gemengtheile und deren Mengenverhältnisses kann, seitdem es für erwiesen gilt, dass wasserfreie Silicate sich secundär bilden können (Leucit aus Analcim, Orthoklas aus Leucit und nach Zeolithen,

<sup>1)</sup> Wied. Ann. 1883, 20, pag. 545.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1883, pag. 614.

<sup>3)</sup> Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1878.

<sup>4)</sup> Geologische Beschreibung des Districts von Povenetz im Gouv. Olonetz. St. Petersburg. 1877 (in russisch. Sprache) und Studien über metamorphosirte Gesteine. Leipzig 1879.

Hornblende nach Augit), gar keine Rede sein, denn der Verlauf der Prozesse ist uns qualitativ nur zum Theil, quantitativ ganz unbekannt. Dass z. B. die Granite nicht mehr vollkommen in ihrem ursprünglichen Zustande sich befinden, erhellt schon daraus, dass wohl keinem Granit der „Hans in allen Gassen“, wie ihn Rosenbusch<sup>1)</sup> nennt, der Pyrit fehlen dürfte. Die Anwesenheit desselben ist aber stets ein Beweis tiefeingreifender metamorpher Prozesse. Er erscheint mit Vorliebe in sauren Gesteinen, die einer dauernden Einwirkung von Meerwasser ausgesetzt gewesen sind. Die Untersuchungen von Credner<sup>2)</sup> über die Entstehung der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges hat die Möglichkeit einer Hydatogenese derselben, trotz aller Einwände, überzeugend dargethan. Es soll durchaus nicht behauptet werden, dass alle älteren Gesteine und Granit auf diesem Wege entstanden sind, ich meine nur, dass die älteren Gesteine ursprünglich wohl eruptiv oder intrusiv, aber in ihrem heutigen Zustande metamorph sind. Daher sind die aus der mineralogischen und structurellen Beschaffenheit der älteren Gesteine, zum Theil auch der mesozoischen<sup>3)</sup> sich ergebenden Schlussfolgerungen für die Eruirung der Krystallisationsvorgänge im Magma kaum zu verwerthen. Ich bin mir bewusst, dass alle diese durchaus nicht auf hypothetischer Grundlage ruhenden Betrachtungen den strengen Plutonisten als Ketzerei erscheinen werden, doch dadurch kann an der Sache selbst nichts geändert werden. In der Petrographie lässt sich leider in letzterer Zeit die Entstehung einer extremen plutonistischen Richtung nicht verkennen, die wohl als Reaction gegen die durch Bischof eingeleitete, der jüngsten Vergangenheit angehörige, extrem neptunische aufzufassen ist. Nur eine weitere Entwicklung der anorganischen und physikalischen Chemie kann die Entscheidung über die einschlägigen Fragen bringen. Ebenso scheint man im Begriff zu sein, die an sich höchst wichtige Bedeutung dynamometamorpher Prozesse (Metamorphose durch Gebirgsdruck) zu überschätzen. Es ist eben das Schicksal der Anwendung aller neuen Gedanken.

<sup>1)</sup> Mass. Gest. 2. Aufl., 30. Auch ist Kaliglimmer häufig.

<sup>2)</sup> Z. d. d. g. G. 1875, 27 104 ff.

<sup>3)</sup> In einer früheren Arbeit ist auf die ausschlaggebende Bedeutung der Untersuchung mesozoischer massiger Gesteine für diese Fragen hingewiesen worden; cf. Lagorio, Vergl. petrogr. Studien über Mass. Gest. der Krym. Dorpat 1880, pag. 9 ff.



Zum Schluss noch einige Bemerkungen über Classification.

In seinem neuesten, schönen Werke befolgt Rosenbusch das Princip der Trennung in Tiefen-, Gang- und Ergussgesteine. Es ist im Grunde genommen die alte Eintheilung in plutonische und vulcanische, an welcher J. Roth <sup>1)</sup> in richtiger Würdigung derselben, aber in einer mehr vorsichtigen Weise, trotz aller Neuerungen stets festgehalten hat, wie dies ja auch aus den Darlegungen in seiner „Allgemeinen und chemischen Geologie“, Bd. II, 1883, zu ersehen ist. Für mich ist das Aufgeben des Alters als Hauptprincip bei der Classification der massigen Gesteine eine erfreuliche Neuerung. Ich habe bereits früher in meinen Arbeiten <sup>2)</sup> auf die Unhaltbarkeit einer solchen strengen Theilung in ältere und jüngere Gesteine hingewiesen, ebenso wie auf die unnatürliche Scheidung in Orthoklas- und Plagioklasgesteine. (Vielleicht durch Alkalifeldspathgesteine — Orthoklas-, Mikroklin-, Albit-, Anorthoklasgesteine — und Kalknatronfeldspathgesteine zu ersetzen?) Ob aber die von Rosenbusch <sup>3)</sup> acceptirten Hauptabtheilungen sich bewähren werden, kann erst die Zukunft lehren. Die supponirte genetisch-geologische Basis ist doch im Grunde genommen eine hauptsächlich structurelle, im übrigen aber sehr hypothetischer Natur. <sup>4)</sup> Denn ob die Finnländische, die Südrussische und Auvergnier Granitplatte — es liessen sich noch mehr Beispiele finden, so die tertiären „Granite“ von Elba — jemals in der Tiefe erstarrt sind und nicht, mit Ausnahme der Elbaner, stark metamorph sind, lässt sich kaum erweisen. Die südrussischen Granite sind höchst wahrscheinlich nie in grösserer Tiefe gewesen, es fehlen jedenfalls alle Anzeichen grösserer Dislocationen. <sup>5)</sup> Die schwerere Atmosphäre früherer Perioden ist doch reine Hypothese. <sup>6)</sup> Die chemischen Unterschiede der Effusiv-

<sup>1)</sup> Kurz vor Rosenbusch sprach sich zu Gunsten dieses Princip's Richt-  
hufen aus. cf. seinen „Führer für Forschungsreisende“. Berlin 1886, pag. 537 ff.

<sup>2)</sup> Andesite des Kaukasus. 1878, und Massige Gesteine der Krym. 1880.

<sup>3)</sup> Für die tertiären Gesteine haben A. Hague und Iddings die Bedeutung  
der Erstarrung in tieferen Regionen klargelegt. Bull. of the U. S. Geol. Surv.  
1885, Nr. 17.

<sup>4)</sup> Es ist Hypothese, dass die Eruption in der Tiefe, Intrusion, die bedingende  
Ursache der granitisch körnigen Structur ist. Ebenso wenig lässt sich nachweisen,  
dass Felsitporphyr und Felsitpechstein Ergussgesteine sind.

<sup>5)</sup> cf. auch Karpinsky: Ueber den Charakter der Dislocationen in der süd-  
lichen Hälfte des Europ. Russlands. St. Ptbg. 1883 (in russ. Sprache).

<sup>6)</sup> Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 5.

und Intrusivgesteine sind so gering, dass sie bei älteren Gesteinen in Umwandlungsprocessen vollauf ihre Erklärung finden können, denn die Effusivgesteine sind ja diesen als Oberflächengesteine mehr ausgesetzt gewesen, ebenso die Ganggesteine, die in, nach Dimensionen geringeren, für Angriffe grössere Oberfläche bietenden Einlagerungen auftreten. Dies kann zur Genüge die etwas höhere Acidität erklären. Es ist ja bekannt, dass die Hochländer Felsitporphyre in reinen Quarzit umgewandelt werden. Dazwischen gibt es alle Uebergänge. Bei jüngeren Gesteinen lässt sich trotz gegentheiliger Behauptung der chemische Unterschied nicht durchführen. Der Basalt-obsidian ist nicht saurer als der ganz körnige Basalt. Dieses Eintheilungsprincip involvirt ebensoviel Ausnahmen, wie das auf geologischem Alter basirte. Ob überhaupt Druck, Durchtränkung, das Erstarren in der Tiefe die bedingenden Momente eines mineralogischen, chemischen und structurellen Unterschiedes sind, lässt sich heute nicht im entferntesten mit Sicherheit bejahen oder verneinen. Structurelle Unterschiede sind wahrscheinlich, chemische und mineralogische viel eher nicht. Ob nun ein zum Theil auf Hypothesen beruhendes Princip zur Grundlage der Classification verwendet werden darf, muss ich kompetenteren Richtern zur Entscheidung überlassen. Die Beantwortung obiger Fragen aber lässt sich nicht von der Petrographie erwarten; die Probleme sind vorwaltend geophysikalischer und kosmischer Natur. Nur von der Entwicklung der experimentellen Geologie, Chemie, Physik, Geophysik und Kosmographie ist ein weiterer Fortschritt in der Erkenntnis zu erhoffen. Erfreulich ist es dennoch, dass die Petrographie zur Petrologie geworden und dass sie bereits in diese Gebiete übergreift. Auch Rosenbusch gehört ein nicht geringer Theil des Verdienstes, unsere junge Wissenschaft so weit geführt zu haben.

Warschau, Mineralogisches Institut, im Januar 1887.

#### Abkürzungen:

- Z. d. d. g. G. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.  
 N. J. = Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Stuttgart.  
 Pogg. Ann. = Poggendorff's Annalen für Physik und Chemie. Leipzig.  
 Ann. phys. chim. = Annales de Chimie et de Physique. Paris.  
 Comp. rend. = Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie française. Paris.  
 Z. f. Kryst. = Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. Herausg. von P. Groth. Leipzig.

## XVII. Literatur.

- Barrois Ch.: Note s. l. Kersanton de la Rade de Brest. — Ann. Soc. geol. du Nord. Lille 1886.
- Brauns R.: Stud. ü. d. Palaeopikrit v. Amelose b. Biedenkopf u. d. Umwandlungsproducte. Mit 3 Fig. — N. J. f. Min. Beilage-Bd. V, 1887.
- v. Chrustschoff: Nouvelles synthèses du quartz et de la tridymite. — Bull. Soc. franc. Miner. X, 1, 1887.
- Dana E. S.: Ueber den Columbit. Mit 1 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 3, 1886.
- Derselbe: On the Crystallization of Native Copper. Mit IV Taf. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.
- Hatle E.: Mineralog. Miscellaneen a. d. Naturh. Museum am Joanneum. — Graz 1887.
- Derselbe: Der steirische Mineralog. Anleitung z. Bestimmung der bisher in Steiermark aufgefundenen Mineralien mittelst der einfachsten Versuche. — Graz, Pechel 1887.
- Konya S.: Analyse de la Source „Alexandre“ de Slanic. — Bull. Soc. des Médecines et Naturalistes de Jassy. I, 1887, Nr. 1 u. 2.
- Derselbe: Indices sur l'existence d'une eau sulfureuse à Jassy. — Ebenda, Nr. 3.
- Müller K. R.: Beitr. z. Kenntniss d. Kalksteins u. Dolomites. — Inaug.-Dissert. (Leipzig), Chemnitz 1886.
- Negri Giov.: Nota cristallogr. sulla apofillite di Montecchio-Maggiore (Vicenza). Mit 2 Fig. — Atti R. Instit. veneto sci., lett. ed arti; V, ser. VI, 1886.
- Panebianco R.: Berillo ed altre gemme di Lonedo. Mit I Taf. — Ebenda.
- vom Rath G.: Ueber künstl. Silberkrystalle. Mit 8 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 6, 1887.
- Derselbe u. M. Bauer: Ueber Cristobalit v. Cerro S. Cristobal b. Pachuca (Mexico). — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.
- Roemer F.: Granatkrystalle v. d. Dominzel in Breslau. — Sitzber. niederrh. Ges. f. Natur u. Heilk., Bonn 1886.
- Schneider O.: Zur Bernsteinfrage, insbes. über sicilischen Bernstein u. d. Lynkurion der Alten. — Dresden, Bleyl 1887.
- Weibull M.: Om Fluoceriten från Oesterby i Dalarna. — Geol. Fören. Stockholm Förhandl. VIII, 7. H.
- Derselbe: Om manganapatit fr. Vestanå jemte några anmärkingar öfver apatitens sammansättning. — Ebenda.

### Druckfehler.

Seite 191	Zeile 8	von oben	lies: Haupttaxen	statt Hauptmassen
" 393	" 2	" unten	" 1886	" 1887
" 417	" 18	" oben	" Herman	" Herrmann
" 419	" 14	" oben	" Pokhausz	" Poklausz.

# REGISTER.

*L.* bedeutet Literaturangabe. — *N. M.* Neues Mineral.

	Seite		Seite
<b>Adular</b> v. St. Gotthardt, Anal. . . . .	497	<b>Augitgneiss</b> , Wollastonitführender . . . . .	227
<b>Aetna</b> , Eruption . . . . .	29	<b>Augit-Skapolithgneiss</b> v. d. Kupfer- mine, Hereroland . . . . .	214
<b>Aetzflächen</b> u. Krystallstructur, Be- ziehungen . . . . .	310	<b>Augitporphyr</b> von Pillersee. <i>L.</i> . . . .	415
<b>Aetzung</b> mit Alkalien, Pyrit . . . . .	272	<b>Angitschiefer</b> , Hereroland . . . . .	233
<b>Aetzung</b> mit Säuren, Pyrit . . . . .	248	<b>Auswürflinge</b> , Noseanführende . . . . .	356
<b>Aetzversuche</b> am Pyrit . . . . .	239	<b>Auswurfsblöcke</b> d. Mte. Somma . . . . .	113
<b>Albit</b> v. Kirjabinisk, Anal. . . . .	497	<b>Azor-Pyrrhit</b> , Lacher-See . . . . .	388
— aus Sericitgestein. <i>L.</i> . . . .	419		
<b>Allanite</b> . <i>L.</i> . . . . .	191		
<b>Alstonit</b> , chem. Zusammensetzung. <i>L.</i> . . . .	340	<b>Bärwald C.</b> , Cölestine. <i>L.</i> . . . .	340
<b>Amphibolit</b> , Hereroland . . . . .	211	<b>Barrois</b> , Kersanton, Brest. <i>L.</i> . . . .	530
<b>Analysen</b> v. Miner. u. Gest., Belgien. . . . .	1	<b>Baryum-</b> u. Strontiumsulfate. <i>L.</i> . . . .	191
<b>Anatas</b> , Fusch . . . . .	338	<b>Barytocalcit</b> , chem. Zusammensetz. <i>L.</i> . . . .	340
<b>Andesin</b> v. Arcuentu. <i>L.</i> . . . .	192	<b>Basalte</b> des Elsass. <i>L.</i> . . . .	418
— Mte. Somma . . . . .	181	— des Hegaus. <i>L.</i> . . . .	416
<b>Andesit</b> Costarica, Anal. . . . .	467	<b>Basalte</b> , Hereroland . . . . .	201, 203
— v. Notre Dame de Guadeloupe, Anal. . . . .	458	<b>Basaltische</b> Gesteine, Weseritz. <i>L.</i> . . . .	191
— v. Hlinik, Anal. . . . .	466, 492	— Lava . . . . .	84
— v. Toluca, Anal. . . . .	457	<b>Bastonit</b> v. Libramont, Analyse . . . . .	21
<b>Anhydrit</b> v. Stassfurt. <i>L.</i> . . . .	192	<b>Bauer M.</b> , Hyalosiderit u. Forsterit. Zwillingsbildung b. Schwerspath. <i>L.</i> . . . .	340
— formation. <i>L.</i> . . . .	419	<b>Baumhauer H.</b> , Structur und die mikroskop. Beschaffenh. v. Speis- kobalt u. Chloanthit. — Auszug nebst Zusatz aus O. Mügge's „Flächen- verschiebungen, durch secundäre Zwillingsbildung bewirkt“. <i>L.</i> . . . .	340
<b>Anorthit</b> , Mte. Somma . . . . .	178	<b>Baumaterialien</b> der Monumental- bauten Wiens. <i>L.</i> . . . .	191
<b>Anorthitgesteine</b> von S. Thomas (An- tillen). <i>L.</i> . . . .	419	<b>Becke F.</b> , Aetzversuche am Pyrit . . . . .	239
<b>Antimonit</b> v. Japan. <i>L.</i> . . . .	340	<b>Beckenkamp J.</b> , Elasticitätscoefficienten d. Chrom- u. Eisenaalauns. <i>L.</i> . . . .	414
<b>Apophyllit</b> , Vicenza. <i>L.</i> . . . .	530	<b>Becker A.</b> , Chem. Zusammensetzg. d. Barytocalcits u. Alstonits. <i>L.</i> . . . .	340
<b>Argyrodit</b> , neues Silbererz. <i>L.</i> . . . .	192	<b>Becker G.</b> , Washoe Rocks. — Tex- ture of Massive Rocks. <i>L.</i> . . . .	340
<b>Arkose</b> v. Haybes, Analyse . . . . .	15	— Cretaceous metamorphic rocks of California. <i>L.</i> . . . .	190
<b>Arsenkies</b> . <i>L.</i> . . . .	419	— Natural solutions of Cinnabar, Gold and associated sulphides. . . . .	414
<b>Arsenopyrit</b> v. Klenócz. <i>L.</i> . . . .	419		
<b>Arzruni A.</b> , Mineralog., Süd-Ural. — Nephrit u. Jadeitbelle v. Venezuela, Hissarlik und Sardes. — Manga- notantalit, <i>N. M.</i> , Ural. — Neues Zwillingsgesetz im regulären Sys- tem. — <i>L.</i> . . . . .	340		
<b>Augit</b> , Mte. Somma . . . . .	129		
— Analyse . . . . .	480		
<b>Augitgneiss</b> , Skapolithführender . . . . .	213		

	Seite		Seite
Bergkrystall v. d. Stillupp . . . . .	400	v. Pillersee. — Proterobas v. Leogang. — Petrographie Tirols (Staurolithglimmerschiefer — Granat-amphibolite — Pyroxenserpentine — Turmalingranit — Porphyrite — Pechsteinsporphyre). <i>L.</i> . . . .	415
— Elasticitätsconstanten. <i>L.</i> . . . .	192	Chloanthit, mikroskop. Beschaffenh. <i>L.</i> . . . .	340
Bernstein, Sicilien. <i>L.</i> . . . . .	530	Chloritoidschiefer von Grossarl . . . . .	331
Bertrand E., Mesure des indices de réfraction des éléments microscopiques de roches. — Réfractomètre construit spécialement pour l'étude des roches. <i>L.</i> . . . . .	190	Chloritoidschiefer, Fusch . . . . .	339
Beryll. <i>L.</i> . . . . .	418, 530	Chromalaun, Elasticitätscoëff. <i>L.</i> . . . .	414
— v. Ifinger, Anal. . . . .	190	v. Chrustschoff K., Eigenth. access. Gemengtheil d. Granitporphyrs von Beucha u. d. Phonoliths von Olbrück. — Péridotite (détroit de Magellan). — Nouveau minéral d. spinellides, phonolithe d'Olbrück. — Nouveau minéral de la roche de Beucha. — Péridotite de „Goose Bay“. — Lithologie de la Volhynie (I. part.). <i>L.</i> . . . . .	415
— chem. Zusammensetzung. <i>L.</i> . . . .	418	— Synthèse d. quartz et tridymite. <i>L.</i> . . . .	530
— Elasticitätsconstanten. <i>L.</i> . . . .	192	Clarke F. W., Lithia Micas. I. Lepidolites of Maine. II. Iron-Lithia Micas of Cape Ann. <i>L.</i> . . . .	415
Bildung u. Umbildung v. Silicaten. <i>L.</i> . . . .	191	— and J. S. Diller, Tourquois from New-Mexico. <i>L.</i> . . . . .	415
Bombicci S., Sulla contorsione di antimonite del Giappone. — Dato-lit, Serra dei Zanchetti. <i>L.</i> . . . .	340	— — Topaz, Stoneham. <i>L.</i> . . . .	190
Born Max, Bestimmung d. Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. <i>L.</i> . . . . .	340	Cölestin. <i>L.</i> . . . . .	340
Bourgeois L., Titanates de baryte et de strontiane cristallisés. — Nouveaux procédés de préparation des carbonates cristallisés. — Préparation d'un silicostannate de chaux correspondant au sphène. <i>L.</i> . . . .	340	Cölestin v. Lüneburg. <i>L.</i> . . . . .	418
Brauns R., Beurtheilung optisch anomaler Krystalle. — Zur Frage d. optischen Anomalien. — Winkelschwankungen isotroper u. doppeltbrechender regulärer Krystalle. <i>L.</i> . . . .	340	Columbit. <i>L.</i> . . . . .	530
— Verwendbarkeit d. Methylenjodids b. petrograph. u. opt. Unters. <i>L.</i> . . . .	190	Cotopaxi, Eruption . . . . .	28
— Pelaeopikrit. <i>L.</i> . . . . .	530	Cristobalit. <i>N. M.</i> — <i>L.</i> . . . . .	530
Brezina A., Krystallf. d. Tellurit. <i>L.</i> . . . .	190	Cronstedtit v. Kutteneberg. <i>L.</i> . . . .	192, 416
Brookite v. Magnet Cove, Arkansas. <i>L.</i> . . . .	415	Cross Whitmann, Topaz and Garnet in Lithophyses of Rhyolite. <i>L.</i> . . . .	415
Brookit vom Schwarzkopf, Fusch . . . . .	338	— and L. G. Eakins, On Ptilolite, a new Mineral. <i>L.</i> . . . . .	415
Brügelmann, Ueb. Krystallisation. <i>L.</i> . . . .	414	<b>Dacit</b> , Colorado, Anal. . . . .	454
Bruhns W., Porphyritzug v. Wilsdruff-Potschappel. <i>L.</i> . . . . .	414	Dana E. S., Brookite Magnet Cove, Ark. — Crystallizat. of Gold. — Progress in Mineralogy, 1885. <i>L.</i> . . . .	415
Bücking H., Topas v. S. Louis Potosi u. Durango, Mexiko. <i>L.</i> . . . . .	415	— Columbit. — Cristallization of native Copper. <i>L.</i> . . . . .	530
Busatti L., Trachite d. Tolfa. — Fluorite dell' I. Giglio, di Carrara. <i>L.</i> . . . .	415	Datolith. <i>L.</i> . . . . .	340, 418
<b>Calcit</b> , Mte. Somma . . . . .	125	Davyn, Mte. Somma . . . . .	160
— Caledonit. <i>L.</i> . . . . .	418	Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan. <i>L.</i> . . . . .	416
— Caracolit. <i>L.</i> . . . . .	420	Des Cloizeaux A., Formes nouvelles de Topaze de Durango. — Descloizite. — Hérédite de Stoneham. — Phénacite de Colorado et de Framont. — Détermination des paramètres du gypse. — Minéral qui paraît offrir une forme dimorphe du rutile. <i>L.</i> . . . . .	415
Cathrein A., Chloritoidschiefer von Grossarl. <i>L.</i> . . . . .	331		
— Beiträge zur Mineralogie Tirols . . . . .	400		
— Mineralien v. Predazzo. — Verwachsung v. Ilmenit mit Magnetit. — Zwillingsstreifung am Magnetit. — Gliederung d. rothen Sandsteines in Nordosttirol. — Augitporphyr			

	Seite		Seite
Descloizite, <i>L.</i> . . . . .	415	Forsterit v. Baccano, <i>L.</i> . . . .	192
Desmin <i>L.</i> . . . . .	191	Forsterit, Mte. Somma . . . . .	119, 139
Diabaspheerit v. Petrosawodsk .	101	Forsterit, <i>L.</i> . . . . .	310
Diabaspheerite am Nordabhange der Schweizer Alpen, <i>L.</i> . . . .	419	v. Foulon, H. B., Porphyrte aus Tirol.—Calcit—Langit—Cronsted- tit, <i>L.</i> . . . . .	416
Diller J. S., Peridotit of Elliot Co., Kentucky. — Volcanic Erupt. in N. California and its peculiar Lava. — Geology of North California, <i>L.</i> .	416	Friedl W., Zusammensetzung des Stauroliths, <i>L.</i> . . . . .	416
Diopsid v. Val d'Ala, <i>L.</i> . . . .	420	Früh J., Geologie v. St. Gallen u. Thurgau (Kalktuffe), <i>L.</i> . . . .	190
Diorit, Hereroland . . . . .	200	Fuchs C. W. C., Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885 . . . .	28
Dioritschiefer . . . . .	210		
Döll, Mitwirk. d. Eisenkiese b. d. Höhlenbildg. im Kalkgebirge, <i>L.</i> .	190	Gabbro v. Rådmansö, <i>L.</i> . . . .	419
Dolerit, Mont-Dore, Anal. . . . .	479, 482	Gabbro, Dolerite, u. Basalte d. Tertiär in Schottland und Irland, <i>L.</i> . .	417
Domitischer Quarztrachyt . . . .	70	Gabbro, Hornblendegesteine, Balti- more, <i>L.</i> . . . . .	420
Durham J. und J. W. Judd, Volcanic Rocks of the North-east of Fife, <i>L.</i>	416	Gehlenit, Pseudomorphosen n. —, 408,	412
		Gehmacher A., Krystallform d. Pflücker Zirkons. Goldsand mit Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan, <i>L.</i> . . . . .	416
Egleston Th., The cause and preven- tion of the decay of buildingstone, <i>L.</i>	416	Gesteine des Aranyer Berges, <i>L.</i> . .	191
Eigel F., Ueb. einige trachytische Gesteine v. d. Insel San Pietro . .	62	Gesteine v. Krakatau, <i>L.</i> . . . .	418
— Ueb. einige Eruptivgesteine d. pontinischen Inseln . . . . .	73	Gesteine des Massai-Landes, <i>L.</i> . .	192
Eisenalaun, Elasticitätscoefficient, <i>L.</i>	414	Gesteine v. Ponza . . . . .	74
Eisenglanz, künstl. <i>L.</i> . . . . .	192	Gesteine v. Schantung u. Liantung, <i>L.</i>	192
Eisenkiese bei der Höhlenbildung im Kalkgebirge, <i>L.</i> . . . . .	190	Gesteine v. Salvador, <i>L.</i> . . . .	417
Eisen-Lithionglimmer Cap Ann, <i>L.</i>	415	Gesteine v. Santo Stefano . . . .	96
Eisenoolith, Uri, <i>L.</i> . . . . .	419	Gesteine v. Ventotene . . . . .	83
Emmonsite, <i>L.</i> . . . . .	191	Glaukophan . . . . .	97, 418
Epidot, Hereroland . . . . .	235	Glimmer aus den Gneissen, <i>L.</i> . .	420
Epidot von Sulzbach, Anal. . . . .	494—96	Glimmer, Mte. Somma . . . . .	132
Erdbeben . . . . .	29, 191	Glimmerschiefer, Hereroland . . .	208
Eruptionen . . . . .	28	— Staurolithführend . . . . .	209
Eruptivgesteine d. pontinischen Inseln	73	Gneiss, Hereroland . . . . .	203
— des Christiania Silurbeckens, <i>L.</i> .	417	—, Augit- . . . . .	213
— im SW. Ostthüringens, <i>L.</i> . . .	418	Gold, Krystallisation, <i>L.</i> . . . .	415
Erzgänge, <i>L.</i> . . . . .	418	Goldschmidt V., Krystallogr. Pro- jectionsbilder, <i>L.</i> . . . . .	416
Erzlagerstätte von Badenweiler, <i>L.</i>	420	Granat vom Rothenkopf . . . . .	402
Euklas, österreichische Tauern, <i>L.</i>	417	Granat v. Ourt, Analyse . . . . .	18
		Granat, Mte. Somma . . . . .	143
Fassait nach Gehlenit . . . . .	408	Granatamphibolit v. Tirol, <i>L.</i> . .	415
Fayalite, <i>L.</i> . . . . .	191	Granit von Baveno, Mineralien, <i>L.</i>	419
Feist F., Topas vom Ilmengebirge, <i>L.</i>	416	Granit, Hereroland . . . . .	194
Feldspath, Anal. 443, 448, 454, 457, 458, 466, 467, 468, 473, 475, 480		Granitsphäroide v. Fonni, <i>L.</i> . .	418
Feldspathbasalt, Hereroland . . . .	201	v. Groddeck, A., Zinnerzlagertstätten des M. Bischoff in Tasmanien . .	416
Feldspathporphyrit . . . . .	102	Grossarkrystalle von Monzoni . .	404
Felsitpechstein v. Meissen, Anal. .	490	Grossular nach Gehlenit . . . . .	412
Fibrolithgneiss . . . . .	205	Grubemann, Basalte d. Hegau's, <i>L.</i>	416
Fluocerit, <i>L.</i> . . . . .	530	v. Gümbel, K. W., Geologie von Bayern. I. Th. Grundzüge der Geologie. 2. u. 3. Lief. Anzeige, <i>L.</i>	416
Fluorit v. d. Isola del Giglio und v. Carrara, <i>L.</i> . . . . .	415		
Flussspath, opt. Anomal, <i>L.</i> . . .	417		

	Seite		Seite
v. Gümbel, Geolog.-mineralog. Untersuchung des Meeres. Grundproben aus der Nordsee. <i>L.</i> . . . . .	417	Iddings J. P., Fayalite in the lithophyses of obsidian and rhyolite, Yellowstone National-Park. — The columnar structure in the igneous rock on Orange Mountain <i>L.</i> . . . .	191
Hague A. and Iddings J. P., Volcanic Rocks, Salvador. <i>L.</i> . . . .	417	Iddings u. Whitman Cross, Allanite, an accessory constituent of many rocks. <i>L.</i> . . . . .	191
Handwörterbuch der Miner. <i>L.</i> 191,	417	Ilmenit . . . . .	339
Hansel V., Basaltische Gesteine v. Weseritz u. Manetin. <i>L.</i> . . . .	191	— v. Rocroi, Analyse . . . . .	12
Harmotom <i>L.</i> . . . . .	191	— Verwachs. mit Magnetit <i>L.</i> . . . .	415
Hatle, Mineralog. Miscell. — D. steirische Mineralog. <i>L.</i> . . . .	530	Irving R. D., Archean formations of the Northwestern states <i>L.</i> . . . .	191
Haushofer K., Mikroskop.-chem. Reactionen. Tellur — Selen — Wismuth — Sulfat v. Baryum und Strontium — Bleisulfat u. Chlorblei. <i>L.</i> . . . . .	191	— Origin of the Ferruginous Schists and Iron Ores of the Lake Superior region. <i>L.</i> . . . . .	417
Haunyn . . . . .	361	Jadeit. <i>L.</i> . . . . .	340
Hauyn, Mte. Somma . . . . .	163	Jod in Phosphoriten. <i>L.</i> . . . .	419
Hecht B., Berechnung d. Hauptaxen b. endlichen homogenen Deformationen krystallinischer Körper. <i>L.</i> . . . .	191	Judd J. W., Marekanit. — Gabbros, Dolerites and Basalts of Tertiary Age, in Scotland and Ireland. <i>L.</i> . . . .	417
— Prismen zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflex. Bestimmung des Winkels d. opt. Axen an Platten, deren Normale nicht mit d. Halbirungslinie d. Winkels d. opt. Axen zusammenfällt. Ellipt. Polarisat. im Quarz. <i>L.</i> . . . .	417	Kali-Nephelin. <i>N. M.</i> . . . . .	159
Hemimorph. des Rothgiltigerzes. <i>L.</i> 192		Kaliophil. <i>N. M.</i> . . . . .	160
Herderit, chem. Zusammensetz. <i>L.</i> . . . .	418	Kalk, körniger . . . . .	234
Herderit v. Stoneham. <i>L.</i> . . . .	415	Kalktuffe. <i>L.</i> . . . . .	190
Herman D. and F. Rukey, On the Microscopic Characters of some Specimen of Devitrified Glass, with Notes on certain analogous Structures in Rocks. <i>L.</i> . . . .	417	Karrer F., Monumentalbauten in Wien u. ihre Baumaterialien. <i>L.</i> . . . .	191
Hillebrand W. F., Emmonsite, a ferric tellurite. <i>L.</i> . . . . .	191	Katzer Fr., Schieferige Einlagen in den Kalken der Barrande'schen Etage Gg. I. <i>L.</i> . . . . .	417
Hornblende, Mte. Somma . . . . .	174	Kersanton v. Brest. <i>L.</i> . . . .	530
Hornblendegestein v. Ourt, analys. . . .	16	Klein C., Leucit. — Ursache opt. Anomalien in einigen besond. Fällen. <i>L.</i> . . . . .	91
Hubbard L. L., Beiträge zur Kenntnis der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees . . . . .	356	Klement, Analysen einiger Minerale u. Gesteine aus Belgien . . . . .	1
Humboldtilith, Mte. Somma . . . . .	149	Koch A., Detail-Aufnahmen im Gyalner Hochgebirge und Vlegyasza-Gebirge. <i>L.</i> — Gesteine u. Mineralien des Aranyer Berges. <i>L.</i> . . . .	191
Hamitminerale, Mte. Somma . . . . .	140	Köchlin R., Neues Euklas-Vorkommen, österreichische Tauern. <i>L.</i> . . . .	417
Hussak E., Optische Anomalien am Flussspath. <i>L.</i> . . . . .	417	Konya, Analyse d. Alexanderquelle, Slanic. — Schwefelquelle, Jassy. <i>L.</i> . . . .	530
Huth E., Das periodische Gesetz der Atomgewichte u. d. natürlichen System der Elemente. <i>L.</i> . . . .	417	Kotô B., Glaukophane. <i>L.</i> . . . .	417
Hyalosiderit. <i>L.</i> . . . . .	340	Krenner J. A., Tellurit von Facebaja. — Symplektit von Felső-Bánya. <i>L.</i> . . . .	417
Hypersthen. <i>L.</i> . . . . .	419	Künstl. Eisenglanz. <i>L.</i> . . . . .	192
Iddings J. P., Lithophysae and the lamination of acid lavas. <i>L.</i> . . . .	417	— Quarz. <i>L.</i> . . . . .	530
		— Silberkrystalle. <i>L.</i> . . . . .	530
		— Tridymit. <i>L.</i> . . . . .	530
		Kupfererze, Hereroland . . . . .	236

	Seite		Seite
<b>Lang H. O.</b> , Eruptivgesteine des Christiania Silurbeckens. <i>L.</i> . . . . .	417	<b>Manganapatit</b> , <i>L.</i> . . . . .	530
<b>Langemann L.</b> , Harmotom, Phillipsit u. Desmin. <i>L.</i> . . . . .	191	<b>Manganotantalit</b> , <i>N. M. Ural</i> , <i>L.</i> . . . . .	340
<b>Langit</b> , <i>L.</i> . . . . .	416	<b>Marckanit</b> <i>L.</i> . . . . .	417
<b>Laterit vom Congo</b> , analys. . . . .	24	<b>Mejonit</b> , Mte. Somma . . . . .	148
<b>Lava</b> , basaltische . . . . .	84	<b>Melaphyr v. Rowno</b> . . . . .	483
— trachytische . . . . .	96	<b>Melaphyre</b> , Schweizer Alp. <i>L.</i> . . . .	419
— v. Vesuv, Anal. . . . .	485	<b>Mellilith</b> , Mte. Somma . . . . .	149, 152
<b>Lehmann J.</b> , Mikroklin- u. Perthit- structur der Kalifeldspathe u. deren Abhängigkeit von äusseren, z. Th. mechanischen Einflüssen. — Con- tracti nrisse an Krystallen. <i>L.</i> . . . .	191	<b>Mesobasalt</b> , metallisches Eisen führend, von Rowno, Anal. . . . .	479, 483
<b>Lehmann O.</b> , Mikrophysikal. Unter- suchungen. <i>L.</i> . . . . .	417	<b>Mesodacit</b> von Krym, Anal. . . . .	448, 450
— Ueb. Krystallisat. v. Gemengen. <i>L.</i> . . . .	418	<b>Metacinnabarite</b> , <i>L.</i> . . . . .	192
<b>Lemberg J.</b> , Bildung u. Umbildung v. Silicaten. <i>L.</i> . . . . .	191	<b>Meteorit von Angra dos Reis</b> . . . . .	341
<b>Lepidolith v. Maine</b> , <i>L.</i> . . . . .	415	— Tysnes. <i>L.</i> . . . . .	418
— Zwillingbau u. regelmäss. Ver- wachsung. <i>L.</i> . . . . .	419	<b>Mierisch</b> , Die Auswurfsblöcke des Mte. Somma . . . . .	113
<b>Leucit</b> , <i>L.</i> . . . . .	153, 191	<b>Mikroklin-Structur</b> der Kalifeld- spathe. <i>L.</i> . . . . .	191
<b>Leuchtenbergit v. Slatoust</b> , Anal. . . . .	497	<b>Mikrolith</b> . . . . .	392, 393
<b>Liebe K. Th. u. E. Zimmermann</b> , Die jüngeren Eruptivgebilde im Süd- westen Ostthüringens. <i>L.</i> . . . . .	418	<b>Mikroskop-chem. Reactionen</b> , <i>L.</i> . . . .	191
<b>Liebis Th.</b> , Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen. <i>L.</i> . . . .	191	<b>Mikrosomit</b> , Mte. Somma . . . . .	161
<b>Limburgit</b> , Anal. . . . .	493	<b>Mimetesit</b> , <i>L.</i> . . . . .	418
— v. Kaiserstuhl, Anal. . . . .	479, 482	<b>Minette v. Weiler b. Weissenburg</b> , <i>L.</i> . . . .	418
<b>Linck G.</b> , Krystallograph. Untersu- chungen (Borwolframsaures Cad- mium). — Basalte des Elsass. — Minette, neues Vorkommen in Weiler b. Weissenburg. <i>L.</i> . . . . .	418	<b>Molybdänglanz</b> , <i>L.</i> . . . . .	418
<b>Liparit v. Apate</b> , Anal. . . . .	418	<b>Monazit</b> , <i>L.</i> . . . . .	418
— v. Schemnitz, Anal. . . . .	448, 449	— v. Schüttenhofen. <i>L.</i> . . . . .	419
<b>Liparitpechstein</b> , Anal. . . . .	491	<b>Mügge O.</b> , secundäre Zwillingbildung am Eisenglanz — Gesteine des Massai-Landes. <i>L.</i> . . . . .	192
— v. Hlinik, Anal. . . . .	454	<b>Müller</b> , Kalkstein u. Dolomit. <i>L.</i> . . . .	530
<b>Liparitperlit</b> , sphärolithführ., v. Hli- nik, Anal. . . . .	443, 446	<b>Negri</b> , Apofillite, Vicenza. <i>L.</i> . . . .	530
<b>Literatur</b> . . . . .	190, 340, 414, 530	<b>Nephelin</b> . . . . .	395
<b>Lithionglimmer</b> , <i>L.</i> . . . . .	415	— Kali-. <i>N. M.</i> . . . . .	159
<b>Lithophysen</b> , <i>L.</i> . . . . .	415, 417	<b>Nephrit</b> , <i>L.</i> . . . . .	340
<b>Liweh Th.</b> , Cölestin v. Lüneburg. <i>L.</i> . . . .	418	<b>Nephritoide</b> , <i>L.</i> . . . . .	419
<b>Lotti</b> , Trachiti d. Tolfa. <i>L.</i> . . . . .	415	<b>Norite</b> , Hudson River. <i>L.</i> . . . . .	410
<b>Ludwig u. Tschermak</b> , Meteorit v. Angra dos Reis . . . . .	341	<b>Nosean</b> . . . . .	361
<b>Magnetit</b> , verwachsen m. Ilmenit. <i>L.</i> . . . .	415	<b>Noseanit</b> . . . . .	384
— Zwillingstreifung. <i>L.</i> . . . . .	415	<b>Nosean-führende Auswürflinge</b> , Laa- cher See . . . . .	356
<b>Mallard E.</b> , Théorie des macles. <i>L.</i> . . . .	191	<b>Notizen</b> . . . . .	190, 338, 414
— Sur les hypothèses diverses pro- posées pour expliquer les anomalies optiques des cristaux. <i>L.</i> . . . . .	191	<b>Obsidian</b> . . . . .	69
		<b>Obsidian von Lipari</b> , Anal. . . . .	491
		<b>Obsidian</b> , brauner, v. Procida u. v. Vesuv, Anal. . . . .	475
		<b>Obsidian</b> , Sphärolithführ. v. Lipari, Anal. . . . .	440
		— — v. Teneriffa, Anal. . . . .	440, 442
		— — v. Quito, Anal. . . . .	443
		<b>Obsidianporphyr</b> , schwarzer, Cantal, Anal. . . . .	475, 477
		<b>Oebbke K.</b> , Vorkommen des Glau- kophan. <i>L.</i> . . . . .	418



	Seite		Seite
Olivin, Laacher See . . . . .	385	Pyrite vom Harz, Aetzversuche . . . . .	306
— Mte. Somma . . . . .	139	— v. Příbram, Aetzversuche . . . . .	294
Optische Anomalien. <i>L.</i> . . . .	191	Pyrrhit . . . . .	391
Orthoklas, Laacher See . . . . .	369	Pyroxenserpentine. <i>L.</i> . . . .	415
Orthoklasporphyr . . . . .	450	<b>Quarz</b> , elliptische Polarisation. <i>L.</i> . . . .	417
Ottrelit v. Bastogne, Anal. . . . .	19	— künstl. <i>L.</i> . . . .	530
<b>Paläopikrit</b> . <i>L.</i> . . . .	530	Quarzandesit v. Quito, Anal. . . . .	457
Panebianco, Berillo e gemme di Lonedo. <i>L.</i> . . . .	530	Quarzit, Hereroland . . . . .	234
Paragonit v. Greiner, chem. Zu- sammensetzung . . . . .	406	Quarzite grenatifère . . . . .	18
Pechstein, Anal. . . . .	490, 491	— hornblendifère . . . . .	17
Pechsteinporphyr v. Tirol. <i>L.</i> . . . .	415	Quarztrachyt . . . . .	77
Pegmatit, Hereroland . . . . .	198	— vom Capo rosso . . . . .	64
Penfield S. L., Crystallised Tiemannite and Metacinnabarite <i>L.</i> . . . .	192	— Domitischer . . . . .	70
— Crystall. Venadinite from Arizona and New-Mexico . . . . .	192	<b>Ralstonit</b> , chem. Zusammens. <i>L.</i> . . . .	418
— Phenacite from Colorado, chemical composition of Ralstonite, of Her- derite and Beryll. Separation of Beryllium and Aluminium. — Pseudomorph. of Garnet, Lake Superior and Salida, Co. <i>L.</i> . . . .	418	vom Rath G., Sardinien. — Quarz- krystalle v. N.-Carolina. — Vulcan. Punkte i. d. Counties Napa und Lake (Calif.). — Neue Flächen am Quarz. — Andesin vom Berge Arcuento, Insel Sardinien. <i>L.</i> . . . .	192
Peridotite <i>L.</i> . . . .	415, 416	— Vorträge u. Mittheilungen (Vana- dinit — Mimetesit — Pseudomor- phosen — Calcedonit — Molybdän- glanz — Beryll — Monazit — Xenotim — Spodumen — Bunte Turmaline — Granitsphäroide v. Fonni — Silbererze v. Huanchaco — Gesteine v. Krakatau — Yel- lowston Nat.-Park — Granatführ. Sanidgestein. v. Niedermendig — Tridymit). <i>L.</i> . . . .	418
Perlit . . . . .	67	— künstl. Silberkryst. <i>L.</i> . . . .	530
Perthitstructur d. Kalifeldspathe. <i>L.</i> . . . .	191	— u. Bauer, Cristobalit. <i>N. M.</i> — <i>L.</i> . . . .	530
Phenakit a. d. Schweiz. <i>L.</i> . . . .	419	Refractometer. <i>L.</i> . . . .	190
— v. Colorado u. Framont. <i>L.</i> . . . .	415, 418	O'Reilly J. P., Erdbebenkatalog. <i>L.</i> . . . .	192
Phillipsit. <i>L.</i> . . . .	191	Reusch H., Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien nieder- gefallene Meteorsteine. <i>L.</i> . . . .	418
Phonolith von Olbrück. <i>L.</i> . . . .	415	Rhyolithe . . . . .	74, 76
Phyllite v. Rocroi, Analysen . . . . .	2	Rhyolit, rother, v. Spalmatore . . . . .	66
— Ilmenitführender . . . . .	9	Riechelmann R., Datolith von der Seisser Alpe. <i>L.</i> . . . .	418
— Magnetitführender . . . . .	3	Riedl, Littai, Montan-geogn. Skizze. <i>L.</i> . . . .	418
— Ottrelitführender . . . . .	8	Roemer, Granat, Breslau. <i>L.</i> . . . .	530
Plagioklas, Anal. . . . .	480	Rosenbusch H., Mikroskop. Physio- graphie der massigen Gesteine. <i>L.</i> . . . .	418
— Laacher See . . . . .	384	Rothgiltigerz, hemimorph. <i>L.</i> . . . .	192
Pontinische Inseln, Eruptivgesteine . . . . .	73	Rutley Fr., Alteration induced by Heat in certain Vitreous Rocks. — Igneous Rocks of the Warwickshire Coalfield. <i>L.</i> . . . .	418
Porphyrite v. Tirol. <i>L.</i> . . . .	415, 416, 419	<b>Sandberger F.</b> , Untersuchungen an den Erzgängen von Příbram. <i>L.</i> . . . .	418
Porphyritzug von Wilsdruff. <i>L.</i> . . . .	414		
Porphyrit, Feldspath- . . . . .	102		
Posewitz Th., Die Zinninseln im Indi- schen Ocean. II. Das Zinnerzvor- kommen und die Zinngewinnung in Bangka. <i>L.</i> . . . .	418		
Příbram, Anal. d. Berylls v. Ifinger . . . . .	190		
Proterobas von Leogang. <i>L.</i> . . . .	415		
Pseudomorphose von Grossular nach Gehlenit . . . . .	412		
— neue, von Fassait . . . . .	408		
— v. Granat, Lake Super. u. Salida. <i>L.</i> . . . .	418		
Ptilolite, <i>N. M.</i> — <i>L.</i> . . . .	415		
Pyrit, Aetzversuche . . . . .	239		
Pyrite, anomale, Aetzversuche . . . . .	289		
— v. Giftberg, Aetzversuche . . . . .	304		

Seite	Seite
Sandberger F., Weite Verbreitung des Jods in Phosphoriten, des Lithions in Psilomelanen und Schalenblenden, Zinnstein und Anatas in Blenden, Zinnsulfür in solchen u. in Fahlerzen. Krystallisirter Kaolin, Leuco-Granat und Asbeferrit v. Joachimsthal, Pyromorphit, sogenannter Bleigummi und Quarz (4 R.) v. Nievern in Nassau. — Silbergehalt des Glimmers aus dem Gneisse von Schapbach und des Augits aus dem Diabase v. Andreasbg. am Harze. <i>L.</i> . . . . . 419	Schwardt R., Gesteine d. chinesischen Provinz. Schantung u. Liantung. <i>L.</i> 192
Sandstein, rother, in Nordosttirol. <i>L.</i> 415	Selen. <i>L.</i> . . . . . 191
Sanidin, Laacher See. . . . . 369	Seligmann G., Phanakit, Schweiz. <i>L.</i> 419
— Mte. Somma. . . . . 176	Semeru, Eruption . . . . . 29
Sanidिंगgestein m. Granat. <i>L.</i> . . . 418	v. Siemiradzki J., Anorthitgesteine v. S. Thomas (Antillen). <i>L.</i> . . . 419
Sarkolith, Mte. Somma . . . . . 152	Silbererze v. Huanocho. <i>L.</i> . . . 418
Scacchi A., Framento di anteo roccia vulcanica inviluppato nella lava Vesuviana del 1872 — Eruzioni polverese e filamentose dei vulcani. — I composti fluorici dei Vulcani del Lazio. <i>L.</i> . . . 419	Silbererz, ein neues, Argyrodit. <i>L.</i> 192
Scharizer R., Zwillingsbau d. Lepidolithes u. d. regelmässige Verwachsung verschied. Glimmerarten v. Schüttenhofen. — Monacit von Schüttenhofen. <i>L.</i> . . . . . 419	Silbergehalt d. Glimmers a. Gneiss. <i>L.</i> 419
Schmidt A., Geologie d. Münsterthales im badischen Schwarzwald. I. Das Grundgebirge. <i>L.</i> . . . . . 192	Silbergehalt d. Augits aus Diabase. <i>L.</i> 419
— Hypersthen vom Berge Pokhaus. — Graugrüner Augit von Kremnitz. — Arsenkies, Turmalin. Calcit v. d. Zips etc. — Arsenopyrit v. Kleńcz. — Smithsonit u. Arsenopyrit v. Csetnek. <i>L.</i> . . . . . 419	Silberkrystalle, künstl. <i>L.</i> . . . . 530
Schmidt C., Skolezit. — Albit a. d. Sericitgestein v. Eppenhain (Tannus). — Mineralien des Eisenoolithes a. d. Windgällen, Uri. — Diabasporphyrte und Melaphyre vom Nordabhange d. Schweizer Alpen. <i>L.</i> . . . . . 419	Silicate, Bildg. u. Umbildg. <i>L.</i> . . 191
Schneider, Bernstein. <i>L.</i> . . . . . 530	Silicostannat m. Kalk, analog Sphen. 340
Schoetensack O., Nephritoide des miner. u. ethnogr.-prähist. Mus. d. Univ. Freiburg i. B. <i>L.</i> . . . . . 419	Skapolith. . . . . 215, 229
Schrauf A., Thermische Constanten d. Schwefels. <i>L.</i> . . . . . 419	Skapolith-Augitgneiss von Hnsab. . 224
Schuster M., Hemimorphismus des Rothgiltigerzes. <i>L.</i> . . . . . 192	Skapolithführende Augitgneisse . . 213
Schwefel, thermische, Constanten. <i>L.</i> 419	Skolezit. <i>L.</i> . . . . . 419
Schwerspath, Zwillingsbildg. <i>L.</i> . . 340	Smith Walter B., Crystal Beds of Topaz Butte. <i>L.</i> . . . . . 419
Mineralog. und petrogr. Mittheil. VIII. 1887. (Register.)	Smithsonit. <i>L.</i> . . . . . 419
	Sodalith, Mte. Somma . . . . . 163
	Specia G., Sull' influenza della pressione nella formazione dell' anidrite. <i>L.</i> . . . . . 419
	Speiskobalt, Structur u. d. mikroskop. Beschaffenheit. <i>L.</i> . . . . . 340
	Sphärolithe, Anal. . . . . 440, 443
	Sphärolithfels von Ecuador. Anal. 443, 445
	— v. Hlinik, Anal. . . . . 443, 445
	Spinell, rother, v. Laacher See . . 392
	— Mte. Somma . . . . . 182
	Spodumen. <i>L.</i> . . . . . 418
	Staurolith, Zusammensetzung. <i>L.</i> 416
	Staurolithglimmerschiefer v. Tirol. <i>L.</i> 415
	Stelzner A. u. A. Schertel. Zinngehalt u. chem. Zusammensetzung d. schwarzen Zinkblende v. Freiberg. <i>L.</i> . 192
	Stephanit. <i>L.</i> . . . . . 192
	Streng A., Mineralien d. Granites v. Baveno. <i>L.</i> . . . . . 419
	Stromboli, Eruption . . . . . 29
	Strontiumsulfat. <i>L.</i> . . . . . 191
	Struever G., Forsterite di Baccano. <i>L.</i> 192
	Svedmark, Gabbro på Rådmansö. <i>L.</i> 419
	Sympleksit von Felső-Bánya. <i>L.</i> . . 417
	Tachylit v. Bobenhausen. Anal. 492, 493
	Teller F., Silurische Ablagerungen der Ost-Karawanken. <i>L.</i> . . . . 419
	— Zinnoberführender Horizont i. d. Silurablagerungen der Karawanken. — Porphyrit. Eruptivgest. aus d. Tiroler Centralalpen. <i>L.</i> . 420
	Tellar. <i>L.</i> . . . . . 191

	Seite		Seite
Tellurit. <i>L.</i> . . . . .	190	Vrba K., Stephanit. — Cronstedtit	
— v. Facebaja. <i>L.</i> . . . . .	417	v. Kuttentberg. <i>L.</i> . . . . .	192
Tiemannite. <i>L.</i> . . . . .	192	Vulcanische Ereignisse d. J. 1885. . .	28
Titanate des Baryums u. Strontiums,		Vulcanische Strandmarken. <i>L.</i> . . .	192
krystallis. <i>L.</i> . . . . .	340		
Titanit, Laacher See . . . . .	386	Walther J., Bau der Flexuren an dem	
— Mte. Somma . . . . .	181	Grenzen der Continente. <i>L.</i> . . .	420
Topas in Lithophysen d. Rhyolithes <i>L.</i>	415	— Vulcanische Strandmarken. <i>L.</i> . .	192
Topas vom Ilmengebirge. <i>L.</i> . . . .	416	— u. Schirlitz P., Geologie des Golfes	
Topas v. Durango, Mexico. <i>L.</i> . . .	415	v. Neapel. <i>L.</i> . . . . .	420
Topas v. San Louis Potosi u. Durango,		Websky M., Caracolit u. Percylit. <i>L.</i>	420
Mexico. <i>L.</i> . . . . .	415	Weissbull, Fluocerit. — Mangan-	
Topas v. Stoneham, Maine. <i>L.</i> . . .	190	apatit. <i>L.</i> . . . . .	530
Toula F., Mineralog. u. petrogr.		Weissbach A., Argyrodit, ein neues	
Tabellen. <i>L.</i> Besprechung. . . . .	420	Silbererz. <i>L.</i> . . . . .	192
Trachyt v. Mte. Amiata, Anal. 458,	492	Weiss Ch. E., Gerölle in u. auf der	
Trachyt v. Krater (S. Stefano) . . .	98	Kohle von Steinkohlenflötzen, bes.	
Trachyte v. Tolfa. <i>L.</i> . . . . .	415	in Oberschlesien, <i>L.</i> . . . . .	192
Trachyt (Quarz-) . . . . .	64	Wichmann H., Brookit a. d. Fusch	338
— La Guardia-Trachyt . . . . .	78	Williams G. H., Gabbros and assoc.	
— La Guardia-Trachyt, Anal. . . . .	82	Hornblende Rocks, Baltimore. —	
Trachytgesteine v. d. Insel S. Pietro	62	Norites of the „Cortland Series“,	
Trachytische Lava . . . . .	96	Hudson River. <i>L.</i> . . . . .	420
Tridymit. <i>L.</i> . . . . .	418, 530	Wismuth. <i>L.</i> . . . . .	191
Tschermak u. Ludwig, Meteorit v.		Wollastonit . . . . .	227
Angra dos Reis . . . . .	341	— Mte. Somma . . . . .	173
Tuff, brauner . . . . .	86	Wollastonit-Augitgneiss, Hereroland	227
— gelber . . . . .	89	Wollastonit-Diopsidgestein . . . . .	230
Tunguranga, Eruption . . . . .	29	Wollastonitführender Augitgneiss .	227
Türkise v. New-Mexico. <i>L.</i> . . . .	415	Wollemann A., Erzlagerstätte v. Baden-	
Turmalin. <i>L.</i> . . . . .	419	weiler und ihre Nebengesteine. <i>L.</i>	420
Turmalingranit v. Tirol. <i>L.</i> . . . .	415	Wulf H., Beitr. z. Petrographie d.	
		Hererolandes in Südwest-Afrika .	193
Valle G., La Diopside di Val d'Ala. <i>L.</i>	420	Wülfing E. A., Zwei Glimmer aus den	
Vanadinit <i>L.</i> . . . . .	4 8	Gneissen d. Rheinwaldhornmassivs,	
Vanadinite v. Arizona u. New-Mex. <i>L.</i>	418	Graubündten. <i>L.</i> . . . . .	420
Vater H., Anhydrit v. Stassfurt; künstl.			
Eisenglanz. — Der Apparat v. Mar-		Xenotim. <i>L.</i> . . . . .	418
burg und Koch z. Bestimmung der			
Elasticitätscoefficienten. <i>L.</i> . . . .	192	Zinkblende, schwarze, v. Freiberg. <i>L.</i>	192
Vesuv, Eruption . . . . .	28	Zinnerzlagertstätten d. Mount Bischof,	
— Mte. Somma . . . . .	137	Tasmanien. <i>L.</i> . . . . .	416
Vesuvian . . . . .	83	Zinninseln im indischen Ocean. <i>L.</i> .	418
Vitroandesit v. Bohunitz, Anal. . . .	466	Zinnoberführ. Silurablagerung, Kara-	
— v. d. Krym, Anal. . . . .	473	wanken. <i>L.</i> . . . . .	419
— Merapi . . . . .	466	Zirkon, Pflüch, Krystallform. <i>L.</i> . .	416
Vitrobasalt v. Schwarzenfels, Anal. 479		Zirkon, Laacher See . . . . .	387
Vitrophyrit v. Recoaro, Anal. . . . .	467	Zwillingsbildung, secundäre, am Eisen-	
Vogdt C. v., Diabasporphyr aus d.		glanz. <i>L.</i> . . . . .	192
Umgehend d. Stadt Petrosawodsk,		— secundäre, Flächenverschiebg. <i>L.</i>	340
Olonezter Gouvernement . . . . .	101	Zwillingsgesetz, neues, im regulären	
Voigt W., Bestimmung d. Elasticitäts-		System. <i>L.</i> . . . . .	340
constant. v. Beryll u. Bergkryst. <i>L.</i>	192	Zwillingstheorie. <i>L.</i> . . . . .	191





UNIV. OF MICH.

APR 8 1999

UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 06829 1510

